



Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des territoires : L'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement métropolitain

Sandra Bozzani-Franc

► To cite this version:

Sandra Bozzani-Franc. Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des territoires : L'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement métropolitain. Géographie. Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2006. Français. <tel-00294581>

HAL Id: tel-00294581

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00294581>

Submitted on 9 Jul 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

- UNIVERSITE DE LILLE 1 -
Université des Sciences et Technologies de Lille
Laboratoire Territoires, Villes, Environnement et Société (TVES)
- INRETS -
Laboratoire Ville, Mobilité, Transport (LVMT)

THESE DE DOCTORAT EN GEOGRAPHIE ET EN AMENAGEMENT

Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des Territoires L'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement métropolitain



Présentée et soutenue publiquement à Lille le 13 décembre 2006 par

Sandra BOZZANI-FRANC

Sous la direction de M. le Professeur Didier PARIS

Membres du Jury :

M. le Professeur Henry BAKIS - Université de Montpellier III - Co-Directeur

M. le Professeur Philippe MATHIS - Université de Tours - Rapporteur

M. Philippe MENERAULT, Directeur de Recherche - INRETS - LVMT - Co-Directeur

M. le Professeur Jean OLLIVRO - Université de Rennes 2 - Rapporteur

M. le Professeur Didier PARIS - Université des Sciences et Technologies de Lille 1

M. le Professeur Jean VARLET - Université de Savoie

Remerciements

En premier lieu, j'aimerais remercier Monsieur Laurent Chapelon, Maître de Conférence à l'Université de Montpellier 3, pour avoir encadré mon travail depuis la Maîtrise, de m'avoir convaincue de faire une thèse et de m'avoir laissée partir pour obtenir un financement.

Je remercie tout particulièrement Monsieur Alain L'Hostis, Chargé de Recherche à l'INRETS, d'avoir pris le relais et pour son accueil, sa confiance, sa générosité, sa grande patience et pour avoir cru en mes capacités. La thèse est une expérience intense, passionnante et marquante. Les conseils qu'il m'a apportés tout au long de la thèse, ont toujours été clairs et concis permettant à ce travail d'aboutir.

Je tiens à remercier Monsieur Didier Paris, Professeur à l'Université de Lille 1, d'avoir accepté de diriger cette thèse et Monsieur Henry Bakis, Professeur à l'Université de Montpellier 3, pour avoir pris la co-direction de la thèse et accepté mon départ pour Lille. J'exprime mes remerciements à Monsieur Philippe Menerault, Directeur de Recherche à l'INRETS, pour ses conseils et son accueil. Je remercie l'INRETS pour m'avoir accordée un financement et de bonnes conditions de travail.

Je voudrais remercier Monsieur Jean Varlet, Professeur à l'Université de Savoie, Monsieur Philippe Mathis, Professeur à l'Université de Tours et Monsieur Jean Ollivro, Professeur à l'Université de Rennes 2, d'avoir acceptés d'être membres de mon jury.

J'adresse enfin mes plus chaleureux remerciements, pour leur soutien de chaque jour à Alain, mes parents, Jessica, Laurent, Eric, Isabelle ainsi qu'à Olivier, Nicolas, Co & Co et Manuel.

GRANDES VITESSES, METROPOLISATION ET ORGANISATION DES TERRITOIRES

L'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement métropolitain

Introduction générale	11
Première Partie : Dynamiques de métropolisation et structuration des réseaux à grande vitesse	21
<i>Introduction</i>	21
<i>Chapitre 1 : Organisation des territoires et mutations des espaces urbains</i>	23
1. Pour une analyse territoriale	24
1.1. Le territoire	24
1.2. Interactions et dynamiques territoriales qui organisent le territoire	26
2. Les villes dans le territoire	28
2.1. La ville, le moteur de la dynamique des territoires	29
2.2. La ville, les villes : réseau de villes, système de villes	30
3. Le polycentrisme, outil pour l'intégration et la cohésion des territoires	32
<i>Chapitre 2 : Métropolisation et structuration de l'espace français</i>	43
1. Formes et fonctions métropolitaines	44
1.1. Métropole et métropolisation	44
1.2. Les fonctions métropolitaines	47
2. Les villes françaises face à la métropolisation	49
2.1. Éventail des systèmes et formes urbaines	49
2.2. Le système métropolitain français	50
3. Projets et coopérations métropolitaines	53
3.1. La coopération métropolitaine	53
3.2. Espaces et projets métropolitains	60
<i>Chapitre 3 : Métropolisation et Structuration des réseaux rapides</i>	65
1. Les étapes de la morphogenèse en question	67
1.1. Définition du réseau	67
1.2. L'Évolution du réseau	68
2. Grande vitesse ferroviaire, dynamiques des réseaux aériens et organisation territoriale	71

2.1	Evolution des lignes ferroviaires à grande vitesse	73
2.2	Dynamiques des réseaux aériens :	111
Conclusion Première Partie		127
Deuxième Partie : L'Enjeu intermodal : entre réseau et territoire		131
Introduction		131
Chapitre 4 : L'intermodalité : un concept à préciser		133
1.	Des définitions multiples de l'intermodalité	134
1.1	Intermodalité : définitions à dominante descriptive	135
1.2	Intermodalité : définitions à dominante qualitative	136
1.3	Pour une définition de l'intermodalité...	140
2.	Intermodalité et notions voisines	141
2.1	Le transport intermodal	141
2.2	Multimodalité et plurimodalité	143
2.3	Monomodalité, unimodalité et intramodalité	147
2.4	Synthèse et stabilisation des notions	148
3.	Concepts associés	149
3.1	Interconnexion et connexion	150
3.2	Le trinôme d'interconnexion	154
3.3	Pôle d'interconnexion ou pôle d'échanges	157
3.4	Interopérabilité et interfonctionnement	158
4.	L'intermodalité : un concept tridimensionnel	162
4.1	Les enjeux de l'intermodalité comme révélateurs des incohérences, des points d'oppositions et de réunions dans les définitions proposées	162
4.2	Analyse des composants de l'intermodalité	165
4.3	La dimension territoriale de l'intermodalité : essai de représentation du système intermodal des grandes vitesses	171
Chapitre 5 : Concurrence et complémentarité des réseaux ferroviaires et aériens		179
1.	La question de la pertinence modale	180
1.1	Les relations de concurrence-complémentarité dans l'articulation air-fer : dualité et logiques contraires	181
1.2	Nouvelles formes de relations entre modes de transport	185
1.3	Effets de l'intermodalité air-fer sur les aires d'influence des modes et modification de la hiérarchie	193
2.	Intérêt et limites de la complémentarité des modes	197

2.1	Définition du concept d'accessibilité _____	197
2.2	Accessibilité transformée et modification des échelles d'analyse _____	200
2.3	Nouvelles formes de mobilité, apport de l'intermodalité et contraintes sur l'usager _____	201
3.	Essai de typologie des lieux de l'interconnexion air-fer en Europe ____	203
3.1	Exemple de l'articulation, l'organisation et le fonctionnement des nœuds de réseaux _____	203
3.2	La complémentarité des modes ferré et aérien en France _____	214
3.3	Marges de développement de l'intermodalité et problèmes _____	219
3.4	Typologie des pôles d'interconnexion air-fer en Europe _____	224
Chapitre 6 : Intermodalité et Planification _____		239
1.	Intermodalité et planification en France _____	240
1.1	Chronologie _____	240
1.2	Les schémas multimodaux de services collectifs _____	245
1.3	L'intermodalité dans la politique européenne des transports _____	251
2	Intermodalité et construction européenne _____	254
2.1	Le schéma de développement de l'espace communautaire (SDEC) ____	255
2.2	Le système de transport intermodal dans le polycentrisme _____	258
Conclusion Deuxième Partie _____		267
Troisième Partie : Accessibilité intermodale et constructions		
territoriales _____		277
Introduction _____		277
Chapitre 7 : Les outils de mesure des propriétés spatio-temporelles des réseaux adaptés à l'accessibilité air-fer en Europe _____		279
1.	Évolution des analyses de l'intermodalité à longue portée _____	280
1.1	Méthode d'analyse de l'intermodalité (la chaîne de transport) _____	280
1.2	Validation du choix de la méthode : le graphe _____	297
2.	Le graphe : outil de modélisation de la chaîne de transport _____	311
2.1	La modélisation par le graphe de la chaîne de transport multimodale ____	311
2.2	Introduction au logiciel MapNod : les outils de la modélisation MAP et du traitement des données NOD _____	316
2.3	Mesures d'accessibilité et rayonnement métropolitain _____	326
Chapitre 8 : Le terrain, les données, construction d'une chaîne multimodale de transport à l'échelle européenne _____		337
1.	Le terrain d'analyse : la France dans l'espace européen _____	338

1.1	Le choix de l'Europe	338
1.2	Le choix des villes françaises : analyse des cas d'études extrait de la problématique	345
2.	Collecte des données : les horaires, les temps moyens et les temps estimés	381
2.1	Méthode de collecte des données	382
2.2	Bilan des données recueillies, premiers traitements et exploitation des données	397
Chapitre 9 : La performance territoriale des réseaux intermodaux		407
1.	Intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse et métropole en devenir	408
1.1	Le cas lillois	408
1.2	Peut-on transposer les enseignements du cas lillois ?	435
2.	Quelle ouverture pour les polarités secondaires des espaces métropolitains ?	466
2.1	Arras, une polarité secondaire qui trouve l'ouverture à l'extérieur de son espace métropolitain	466
2.2	Valence et Grenoble	469
3.	Quelle ouverture pour les villes non inscrites dans un espace métropolitain ?	477
3.1	Le Mans	478
3.2	Tours	480
Conclusion générale		495
Bibliographie		502
Annexes		530
Liste des tableaux		605
Liste des figures		605
Liste des cartes		607
Liste des macros		609
Liste des Annexes		609

Introduction générale

De la métropole vers des espaces de coopération métropolitaine

La multiplication des flux de toutes natures marque la société et le territoire contemporains. La place des villes y est essentielle : les interactions et les dynamiques autour de ces lieux posent la question de l'interconnexion de territoires diversifiés¹ dans un espace mondialisé.

L'approche géographique de ces lieux interroge l'ensemble des échelles, du local au global² et renvoie aux thématiques de la métropolisation des espaces urbains, à la mise en réseau des villes et de l'organisation polycentrique du territoire.

Dans ce cadre, l'objet métropolitain est évalué par plusieurs critères ; si le poids démographique, la diversité des activités et les fonctions de commandement contribuent à faire la métropole, les instruments de leur rayonnement tiennent aussi une place importante dans ces processus.

L'évolution technologique et organisationnelle des modes de transport participe à la mutation des espaces urbains. Les réseaux de transport développent et répondent aux besoins de mobilité, de communication et d'échange que génèrent les différents acteurs qui agissent sur ces territoires.

L'organisation des territoires suppose que les lieux géographiques soient interconnectés par les réseaux. Dans ce contexte, les réseaux s'inscrivent de façon

¹ Sassen, S., Ed. (1996). *La Ville Globale : New York, Londres et Tokyo. The Global City : New York, London and Tokyo*, traduit de l'américain par Denis-Armand Canal, Paris.

² Saint-Julien, T. (1992). "Réseau, armature, système urbain : Glissements de sens, nouvelles questions, ré-écriture ?" *L'Information Géographique* n°56: p. 63-70.

permanente dans la transformation du fonctionnement et de l'organisation³ des territoires.

Aussi, la métropole doit être accessible aux autres entités métropolitaines et cette accessibilité est permise par la maîtrise des modes de transport rapides.

L'accessibilité traduit la plus ou moins grande facilité d'atteindre un lieu⁴. Dans ce sens elle constitue un indicateur pour évaluer la possibilité de rayonnement des villes, de leurs forces centrifuges⁵ de leur capacité à s'ouvrir vers l'extérieur. Or, les mesures de l'ouverture des villes font habituellement l'objet d'analyses dans une vision monomodale des réseaux de transport qui contredit les discours et les textes sur la promotion de l'intermodalité.

Ainsi, les travaux sur les villes européennes de Roger Brunet⁶ ou de Céline Rozenblat et Patricia Cicille⁷ ont ouvert la voie à des analyses comparatives basées sur une quinzaine d'indicateurs, dont l'évaluation des possibilités d'ouverture métropolitaine basée sur deux modes de transport : le transport maritime et le transport aérien. Ces travaux proposent de considérer les trafics de ces deux modes ainsi qu'une mesure du potentiel d'échange entre les villes à partir de l'accessibilité aérienne. Le mode ferroviaire est intégré partiellement dans ces analyses puisqu'il n'est retenu que dans les échanges à grandes vitesses entre villes.

L'analyse du rayonnement des villes montre alors une accessibilité externe construite sur une vision monomodale qui juxtapose les modes aérien et ferroviaire à grande vitesse.

³ Offner, J.-M. (1993). "Le Développement des réseaux techniques : un modèle générique." *Flux n°13-14 Juillet-Décembre*: 11-18.

⁴ Bavoux, J.-J., Beaucire, F., Chapelon, L. et Zembri, P. (2005). *Géographie des transports*. Paris, Armand Colin.

⁵ Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (1993). *Les Mots de la Géographie, dictionnaire critique*, Reclus, La Documentation Française.

⁶ Brunet, R. (1989). *Les Villes Européennes*. Paris, La Documentation Française.

⁷ Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). *Les Villes européennes : Analyse comparative*. Paris, DATAR.

Pour une analyse multimodale dans la représentation de l'accessibilité des villes

Il est alors possible de questionner cette vision proposée par la recherche académique et reprise par les acteurs publics⁸ pour construire le discours sur l'ouverture des territoires et leur inscription dans les dynamiques métropolitaines. Car dans ces analyses de l'ouverture métropolitaine, les objets urbains sont traités selon une logique d'équipement interne qui peut renvoyer une image inexacte de l'ouverture réelle, car elle est basée pour l'essentielle sur le seul trafic de passagers aériens ; une ville dotée d'une offre aérienne peu importante est alors montrée comme disposant d'un faible potentiel d'échange vers les autres villes.

Dans cette logique monomodale, la mesure de l'accessibilité est partielle. Dès lors elle affaiblit la mesure de la possibilité de rayonnement des villes. Néanmoins, si à la logique d'équipement interne s'ajoute la prise en compte du lien ferroviaire à grande vitesse vers un équipement aéroportuaire externe, alors la logique multimodale dans la mesure de l'accessibilité peut modifier la représentation des possibilités d'ouverture d'une ville et fournir d'autres modes de lecture de leur évaluation.

D'un côté, le transport aérien est considéré par et pour la ville comme un facteur essentiel de compétitivité. Outil de développement économique et touristique, l'aéroport donne à la ville la possibilité de s'intégrer dans les réseaux internationaux⁹. L'aéroport représente une porte d'entrée sur la ville et la région, il peut aussi être considéré comme une porte vers le monde.

Parallèlement, le mode ferroviaire à grande vitesse s'inscrit plutôt dans des objectifs communs au mode aérien, que ceux du mode ferroviaire classique, comme le souligne Jean-François Troin « le TGV est au ferroviaire classique ce que l'autoroute est à la route »¹⁰ c'est-à-dire une inscription spatiale différente qui privilégie puissance, confort et vitesse. Aussi, comme le mode aérien, le réseau ferroviaire à grande vitesse n'a pas vocation à desservir tous les lieux d'un territoire. Il est considéré comme efficace sur des distances comprises entre 300 et 500 km.

⁸ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) et CIADT (Comité Interministériel de l'aménagement et du développement des territoires) (2003). Pour un rayonnement européen des métropoles françaises: Eléments de diagnostic et orientations. Paris, DATAR.

⁹ Merlin, P. (2002). Le Transport Aérien. Paris, PUF Que sais-je?

¹⁰ Troin, J.-F. (1995). Rail et aménagement du territoire : Des héritages aux nouveaux défis. Aix-en-Provence, Ed. EPISUD.

L'évolution du réseau et du matériel technique conduit aujourd'hui à un infléchissement de son espace de pertinence. Le développement d'un raisonnement en espace-temps¹¹ permet au mode ferroviaire d'entrer en concurrence avec l'avion sur des distances supérieures à 700 km ou à 3 heures de trajet.

Nous nous intéressons au système des grandes vitesses dans la desserte à longue portée. Dans ce domaine, le mode aérien est le mode de référence. Nous avons souhaité examiner l'apport du ferroviaire à grande vitesse dans ce système. Dans l'analyse de l'accessibilité externe des métropoles, nous n'avons pas intégré le réseau autoroutier car il opère à des vitesses moindres, le rendant moins pertinent sur les distances inter-métropolitaines. De plus la problématique de la saturation des accès routiers des grandes plates-formes aéroportuaires, situées le plus souvent à proximité des polarités majeures accroît le handicap de ce mode. Ces éléments font que le mode autoroutier est difficilement envisageable comme substitut à l'aérien, alors que le TGV en a le potentiel sur les distances retenues¹².

Cependant, face à la congestion des infrastructures aéroportuaires et à celle du ciel européen, la substitution du ferroviaire à des vols courts et moyens courriers est une perspective envisagée dans les politiques européennes¹³. Perspective qui s'ajoute à une volonté de voir un développement des complémentarités intermodales des modes rapides. Ces dernières se développent notamment par l'introduction de gares sur des lignes ferroviaires à grande vitesse, dans les aéroports, ce qui renforce l'idée de l'utilité d'une analyse des services de transport dans une logique multimodale. Dans ce contexte, l'aéroport ne représente plus seulement une porte d'entrée sur la ville et sur la région, mais aussi une ouverture sur les villes qui participent au système de la grande vitesse ferroviaire.

Ainsi, il devient possible de considérer un système des grandes vitesses où les réseaux rapides sont le reflet d'une logique de desserte à longue portée qui vise à faciliter les relations entre certaines villes, tout en stimulant la concurrence entre les territoires.

¹¹ Ollivro, J. (2000). L'Homme à toutes vitesses : de la lenteur homogène à la rapidité différenciée. Rennes, Les PUR (Presses Universitaires de Rennes).

¹² Plassard, F. (2002). Introduction à l'analyse des transports, les relations entre les modes de transport : Concurrence, complémentarité et survivance. 20 p.

¹³ Commission Européenne (2001). Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix. Luxembourg.

La performance des chaînes de transport et l'articulation des modes de transport rapides font alors parties du questionnement. L'intermodalité est une notion qui renvoie à de multiples articulations et points de vue. Dans ce contexte, nous chercherons à caractériser la notion d'intermodalité, ses enjeux et ses objectifs par rapport à une combinaison des modes rapides afin de construire une analyse multimodale adaptée aux objectifs de la recherche.

Questionnement liminaire : les grandes vitesses peuvent-elles former un système intégré de transport basé sur l'émergence de l'intermodalité aéro-ferroviaire ?

Dans la perspective de l'analyse et de la représentation de l'accessibilité multimodale des villes, la construction de la méthode est un élément central. Pour répondre à notre problématique de construction et de mesure des performances d'un système intégré des grandes vitesses, la méthodologie choisie s'est portée sur l'utilisation des outils de mesure des propriétés spatio-temporelles des réseaux, permettant de calculer l'accessibilité aéro-ferroviaire.

Les approches propres à l'analyse de l'intermodalité à longue portée s'inscrivent dans une série de travaux sur la description des équipements intermodaux et leur comparaison¹⁴, sur la mesure de l'offre de services par comptage des relations¹⁵ ou encore à l'évaluation spatio-temporelle des chaînes intermodales passant par une modélisation des réseaux de transport¹⁶.

L'évaluation de l'ouverture métropolitaine des villes françaises nécessite l'inscription dans un espace plus vaste que l'espace national. Dès lors, une analyse de l'accessibilité multimodale demande la manipulation d'une grande quantité de données qui nécessite le développement et l'utilisation d'outils capable de gérer et de tester ces données.

¹⁴ Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." *Flux* **41**: 5-16.

¹⁵ Menerault, P. et Stransky, V. (1999). "La Face cachée de l'intermodalité : Essai de représentation appliquée au couple TGV/AIR dans la desserte de Lille." *Les Cahiers Scientifiques du Transport*(35): 29-53.

¹⁶ Chapelon, L. (2003). Évaluation des chaînes intermodales de transport : l'agrégation des mesures dans l'espace et dans le temps. Colloque TILT 20 ans du G.R.R.T.1983-2003, Lille. Et Chapelon, L. et Bozzani, S. (2003). "L'Intermodalité air-fer en France : Une méthode d'analyse spatiale et temporelle." *L'Espace Géographique* **Tome 32**(n° 1): 60-76.

Problématique générale

Pour mesurer l'ouverture métropolitaine des villes, les trois approches mentionnées constitueront notre ligne directrice pour interroger le système des grandes vitesses et introduire la logique intermodale dans les possibilités de rayonnement des villes.

Dans cette perspective, la problématique générale consiste à questionner les apports de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse dans l'organisation des territoires, dans le contexte du processus de métropolisation des espaces urbains.

Les enjeux métropolitains prennent appui sur la mobilité et les transports. La métropole mobilise certains réseaux pour construire son rayonnement et se situe au centre d'un réseau d'infrastructures. Néanmoins, dans le contexte de la construction des espaces de coopérations métropolitaines¹⁷ basées, dès l'origine, sur des réseaux de villes et sur une organisation polycentrique, le raisonnement n'est-il pas modifié vers l'inscription de l'espace métropolitain dans sa globalité au cœur d'un système de transport intégré ? Ainsi, l'hypothèse générale repose sur l'idée que le système intégré des grandes vitesses crée l'ouverture de la métropole, mais aussi celle des espaces métropolitains.

Plan de la thèse

Afin de répondre au questionnement général, nous adopterons la démarche suivante.

La première partie de la thèse visera à une analyse des dynamiques métropolitaines et de la structuration des réseaux de transport à grande vitesse. Il sera question de définir les concepts qui seront utilisés tout au long du travail de recherche pour construire le raisonnement autour des relations réseaux-territoires. La métropolisation des espaces urbains et l'évolution des réseaux de transport rapides conduisent à une reformulation de cette question.

Dans une deuxième partie, nous proposerons d'introduire l'enjeu intermodal dans la relation réseau-territoire. Au-delà, des visions et des points de vue proposés de

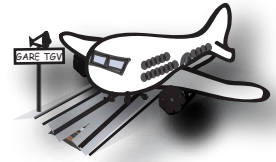
¹⁷ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) et CIADT (Comité Interministériel de l'aménagement et du développement des territoires) (2003). Pour un rayonnement européen des métropoles françaises: Eléments de diagnostic et orientations. Paris, DATAR.
Et DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises. Paris, DATAR.

l'intermodalité, ce deuxième temps de l'analyse visera à caractériser la notion d'intermodalité et à questionner cette notion, dans une perspective heuristique par rapport aux objectifs du travail.

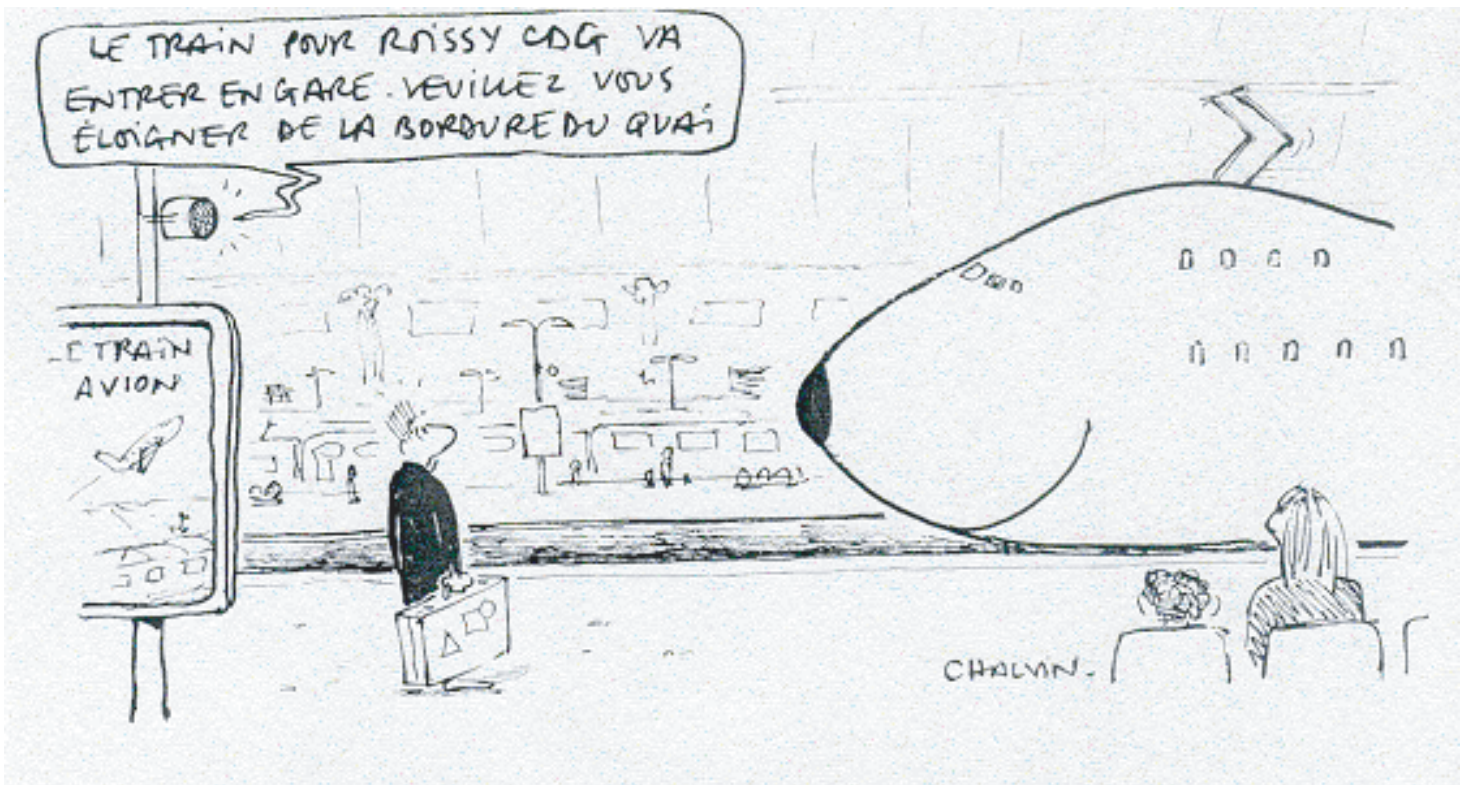
Ainsi, avant d'évaluer les chaînes de transport et leurs conséquences sur l'organisation et la structuration des territoires nous montrerons la pertinence de l'adoption d'un raisonnement reposant sur une logique multimodale.

Enfin, la troisième partie de l'analyse s'attachera surtout à mettre en pratique cette logique multimodale en proposant une lecture des méthodes d'analyse des chaînes de transport intermodales avant de s'intéresser à la description de ces outils de mesure.

Cette dernière partie consiste également à tester les hypothèses dans l'évaluation de la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à travers la mesure de l'accessibilité intermodale qui permet d'apprécier les possibilités d'ouverture des villes incluses ou exclues des espaces de la coopération métropolitaine.



Dynamiques de métropolisation
et
structuration des réseaux à grande vitesse



Première Partie :
Dynamiques de métropolisation et structuration des
réseaux à grande vitesse

Introduction

Cette première partie de la thèse a pour objectif de nous positionner par rapport aux « grands » concepts de la géographie et de l'aménagement du territoire. Dans notre volonté d'analyser les liens entre grandes vitesses, métropolisation et organisation des territoires, nous nous inscrivons dans l'analyse des relations et des articulations entre réseaux et territoires. Ainsi, notre propos s'articule autour de trois chapitres. Dans un premier chapitre, nous proposons de nous intéresser aux interactions et aux dynamiques qui lient, d'une part, les villes aux territoires et d'autre part, les villes entre elles. Dans cette perspective de l'analyse de l'organisation des territoires et de la mutation des espaces urbains, on veut mettre en lumière la mise en réseau des villes et des territoires, qui dans le domaine de l'action reflète le polycentrisme.

Dans un deuxième chapitre, on va s'intéresser à la métropolisation et à la structuration de l'espace français. Partant de l'inscription des territoires dans un espace mondialisé, on renvoie à l'émergence des processus de métropolisation et aux phénomènes de polarisation et de hiérarchisation des territoires. Ce chapitre vise à s'interroger sur les notions de métropole et métropolisation et à l'insertion des villes françaises dans ces processus.

Enfin, dans un troisième chapitre, on propose d'introduire la dynamique des transports rapides dans les enjeux métropolitains. Il est question après avoir traité de la morphogenèse des réseaux, de décrire les évolutions, les stratégies et les nouvelles réglementations des modes rapides : le ferroviaire à grande vitesse et l'aérien.

Chapitre 1 : Organisation des territoires et mutations des espaces urbains

Introduction

Lorsqu'en géographie on évoque l'espace ou encore le territoire on touche au "socle" de la discipline. C'est pourquoi cette mise au point sur l'emploi de ces termes est incontournable.

Notre propos qui consiste, dans ce premier chapitre, à comprendre l'organisation des territoires et la mutation des espaces urbains s'articulera autour de trois points. Ainsi, pour une meilleure compréhension du territoire et parce qu'elle permet de questionner notre objet de manière pertinente, nous proposons de retenir la définition de Maryvonne Le Berre comme base de notre réflexion. Cette définition nous conduira ainsi à mettre en avant les interactions et les dynamiques territoriales et le rôle majeur qu'exercent les villes sur le territoire. Le deuxième point s'attachera au rôle essentiel des villes sur le territoire. Dans ce contexte, il sera premièrement question de définir la ville dans son rôle moteur de la dynamique des territoires. Deuxièmement, nous développerons les concepts mobilisés autour de cette dynamique. Il s'agira de montrer les processus à l'origine de celle-ci et d'expliquer pourquoi cette mise en réseau est essentielle dans l'organisation des territoires. Enfin dans un troisième point, nous envisagerons ces faits géographiques dans le domaine de l'action ce qui nous renverra à l'analyse de l'émergence d'une « doctrine » en aménagement : le polycentrisme. L'idée est que la structuration en réseau des espaces urbains constitue un outil d'intégration et de cohésion des territoires.

1. Pour une analyse territoriale

En géographie comme en aménagement le concept de territoire est à la base du discours. Définir simplement le terme suppose que l'on prenne immédiatement position sur sa genèse. L'utilisation du terme, marginale jusque dans les années 1970, c'est depuis multipliée. Considéré comme « *une portion de la surface terrestre délimitée que se réserve une collectivité qui l'aménage en fonction de ses besoins* »¹⁸, le territoire renvoie à l'idée d'une appropriation de l'espace par un individu, par un groupe ou encore par une société. Lorsqu'on s'intéresse à ce qu'entend Maryvonne Le Berre¹⁹ par territoire, on identifie trois facettes dans cet objet et donc trois manières de l'étudier. Ces trois facettes du territoire sont :

- son identité, soit le caractère existentiel de ce territoire,
- sa configuration, soit l'ensemble des matérialités physiques de ce territoire,
- son organisation, soit la logique organisationnelle à laquelle "obéit" un territoire.

Nous proposons de nous attacher, dans le point suivant, à ces trois aspects du territoire. Puis dans un deuxième temps, notre analyse portera sur l'organisation des territoires où il sera question de définir les interactions ainsi que les dynamiques de ces territoires.

1.1. Le territoire

Le territoire que Maryvonne Le Berre²⁰ définit et identifie selon trois facettes nous amène à conduire le raisonnement selon ces trois aspects : identité, configuration et organisation.

Ainsi, la première facette nous renvoie à l'idée que le territoire est avant toute chose une entité qui possède une identité. Cette identité s'incarne et se traduit en particulier dans le nom que l'on donne au territoire. Donner un nom au territoire c'est créer du lien entre l'espace et le groupe, c'est permettre de localiser et de situer un espace. Cette appropriation de l'espace par le groupe aura pour conséquence à la fois d'identifier le territoire mais aussi d'en fixer les limites. Ces limites territoriales sont une manière de circonscrire le pouvoir du groupe sur le territoire. Comme le souligne

¹⁸ Le Berre, M. (1995). Territoires. Encyclopédie de Géographie. Paris, Economica: p. 617-638.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Ibid.

Claude Raffestin²¹, la production d'un territoire s'inscrit dans un champ du pouvoir, pouvoir qui s'exprime aussi dans les deux autres facettes du territoire que décrit Maryvonne Le Berre.

La deuxième facette envisagée par Maryvonne Le Berre traite de la configuration territoriale. Cette configuration fait référence « *aux arrangements des principaux éléments géographiques de l'espace* »²². Dans cette description de la forme générale d'un territoire on va trouver des éléments à la fois naturels, comme la structure du terrain -une plaine ou une vallée- mais aussi des éléments artificiels qui concernent par exemple les voies de communication ou les zones de bâti. De là s'exprime la matérialité physique ou configuration du territoire à travers les lieux et leurs localisations.

La localisation du lieu va permettre son identification et son organisation. Parallèlement, c'est parce que le lieu est fait de nœuds, de réseaux, d'aires et de limites, qu'on peut le localiser et en définir la configuration. Toutefois, dans cette deuxième facette, on reste dans l'observation du territoire. En effet, on ne met en évidence que l'agencement des éléments qui composent le territoire identifié. C'est en abordant la troisième facette du territoire, qu'on entre dans une démarche heuristique qui consiste à comprendre l'organisation des éléments qui font le territoire, sa configuration.

L'identification de cette troisième facette consiste à mettre en avant l'organisation du territoire à travers la compréhension des configurations territoriales. Cette compréhension passe principalement par l'étude du rôle des acteurs sur le territoire, qui, par la gestion et l'aménagement du territoire vont permettre le maillage du territoire. Cela revient à mettre en évidence les interactions spatiales, les rapports entre les lieux et le groupe, les pratiques ainsi que les dynamiques qui se jouent sur le territoire. « *La logique organisationnelle suppose la recherche de ces causes, donc la détermination des agents ou acteurs qui contribuent par leurs comportements, à l'organisation territoriale ; elle se traduit par des flux d'informations et de décisions qui engendrent à leur tour des flux de produits, d'argent, d'hommes, d'énergie entre les lieux structurés par les réseaux maillant le territoire* »²³.

²¹ Raffestin, C. (1979). Qu'est-ce que le territoire ? (Chap.1). Pour une géographie du pouvoir. Paris, Litec. **XIII**: 129-147.

²² Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (1993). Les Mots de la Géographie, dictionnaire critique, Reclus, La Documentation Française.

²³ Le Berre, M. (1995). Territoires. Encyclopédie de Géographie. Paris, Economica: p. 617-638.

Ce qui prédomine ici, c'est le rôle que les acteurs vont tenir sur le territoire. Par les liens qu'ils vont établir avec celui-ci, ils vont le mailler. C'est la logique organisationnelle qui fait naître le territoire et permet et rend nécessaire les échanges entre les lieux.

Le maillage du territoire représente un ensemble de filets, qui va permettre de situer les lieux dans les mailles. Les mailles renvoient à un espace délimité : on peut les assimiler aussi bien à la limite d'une commune, maille invisible sur le territoire, qu'à un réseau de routes départementales. Ces mailles ont pour fonction d'organiser le territoire mais elles ont aussi pour effet de le diviser.

L'étude des mailles va révéler la maîtrise du territoire dans les rapports qui s'établissent entre la société et son espace. Elle consistera en l'étude des trois facettes du territoire de Maryvonne Le Berre avec la description et l'analyse des configurations, des pratiques, des interactions et des dynamiques spatiales et qui constitue le deuxième point de notre analyse.

1.2. Interactions et dynamiques territoriales qui organisent le territoire

Le territoire est fait de lieux et d'espaces. L'analyse des interactions et des dynamiques des territoires nous renvoie à la Science des Lieux (Vidal de La Blache (1913)), ou Analyse Spatiale qui a pour objectif de faire l'étude des lieux, et qui peut être mobilisée pour expliquer l'organisation des territoires. L'idée directrice est de comprendre la structuration d'un territoire à travers les concepts de points, de lignes, de nœuds, de flux, de réseaux qui sont mis en scène pour répondre à des questionnements tels que la détermination de : « *la distance entre les lieux ou la disposition des lieux les uns par rapport aux autres* »²⁴.

L'étude du territoire et du groupe qui l'occupe met en évidence les interactions spatiales qui se font par les échanges et les déplacements. « *L'interaction entre les êtres humains peut se concevoir et être ressentie comme le fait de remplir un vide. Lorsque les individus vivent séparés dans l'espace et se trouvent isolés les uns des autres, il existe un vide. Mais s'ils interagissent le vide est comblé et l'espace s'anime* »²⁵.

²⁴ Reynaud, A. (1982). "Le Noyau dur de la géographie ou la géographie à la recherche d'elle-même." TIGR (Travaux de l'Institut de Géographie de Reims n°49-50. p. 37-61.

²⁵ Théodore Caplow, 1971 in Reynaud, A. (1982). "Le Noyau dur de la géographie ou la géographie à la recherche d'elle-même." TIGR (Travaux de l'Institut de Géographie de Reims n°49-50. p. 37-61.

Comme le propose Claude Grasland²⁶, la définition suivante de l'interaction spatiale peut être retenue : *« la notion d'interaction spatiale peut aussi bien désigner l'existence de relations causales dans l'espace (ce qui se passe en un lieu exerce une influence sur ce qui passe dans les autres lieux et qui varie en fonction de leur proximité), l'existence de processus de diffusion spatiale (une innovation qui apparaît en un lieu à de fortes chances de se propager vers les lieux proches, que la proximité soit mesurée de façon continue ou de façon hiérarchique), voire l'existence de formes d'autocorrélation spatiale (le fait que deux lieux proches se ressemblent plus que deux lieux éloignés). Même s'il existe des liens logiques entre tous ces champs d'analyse (les flux peuvent être à l'origine de processus de diffusion qui engendrent des formes spatiales qui vont rétroagir sur l'intensité des flux, etc.) on peut penser qu'une définition aussi extensive de l'interaction spatiale reviendrait à en faire un synonyme du terme analyse spatiale voire de la géographie dans son ensemble »*²⁷.

Ainsi, les interactions établissent une association entre acteurs et lieux. Cette association contribue à l'émergence des territoires. De ce point de vue, les flux sont un support et l'interaction spatiale ne peut se résumer à l'étude des flux.

L'analyse des interactions autant que des dynamiques nécessite donc un investissement vers des concepts qui rendent compte des structures spatiales. Par structure spatiale on entend « le schéma organisationnel d'une configuration ou d'une situation spatiale »²⁸. L'étude du territoire suppose celle de son maillage mais aussi celle des lieux, de leurs localisations, des distances, de la mise en relation des lieux et de leur accessibilité. Nœud, ligne et surface sont le point de départ.

C'est à l'intersection des lignes ou réseaux, que se trouve les nœuds, associés à des villes ou des nœuds de réseaux. Ces nœuds devenus des lieux stratégiques du territoire déterminent leur place sur celui-ci en fonction de leur importance fondée sur des hiérarchies. *« Le territoire est un champ de lieux »*²⁹ où les flux transitent et où les réseaux les canalisent et les renforcent.

²⁶ Grasland, C. (2004). Interaction spatiale (définition du concept), <http://hypergeo.free.fr>. **consulté en 2005.**

²⁷ Ibid.

²⁸ Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin.

²⁹ Di Méo, G. (1998). "De l'espace aux territoires : éléments pour une archéologie des concepts fondamentaux de la géographie." L'Information Géographique n°3: 99-110.

Ainsi, de ces analyses on dégagera plusieurs formes d'organisation spatiale mettant en avant des hiérarchisations, des complémentarités spatiales. Par la gestion et l'aménagement mené sur le territoire des territoires homogènes ou hétérogènes se créent, accentuant les phénomènes de hiérarchisation ou de complémentarité des espaces³⁰.

Si pour comprendre le territoire et son organisation, il faut mettre en évidence les interactions spatiales entre le groupe et son territoire, il faut parallèlement souligner les interactions qui existent entre chaque groupe et chaque territoire. L'étude de ces interactions, matérialisées par les échanges qui en sont le support, sera alors un moyen pour comprendre à la fois la morphologie d'un territoire mais aussi les dynamiques spatiales de ce même territoire.

Aussi, par l'étude des dynamiques spatiales, on cherche à comprendre le fonctionnement des systèmes spatiaux, des acteurs, des processus qui engendrent les systèmes spatiaux et enfin la localisation de ces systèmes. Ainsi, les villes apparaissent comme un élément essentiel dans l'analyse des interactions et de l'organisation des territoires.

2. Les villes dans le territoire

Comprendre l'organisation des territoires nous renvoie à l'analyse des interactions. En effet, les interactions sont matérialisées sur le territoire par les échanges qui en sont les éléments majeurs. Le point précédent s'est attaché à montrer que l'analyse des interactions participe à la compréhension des dynamiques spatiales d'un territoire, ces dynamiques supposent que le territoire soit étudié selon son maillage et les lieux qui le composent. Le maillage est défini comme « l'ensemble des filets qui situent les lieux dans les mailles de l'appropriation et de la gestion des territoires »³¹. Ramenant cette idée à l'objectif de la recherche nous posons l'idée que l'essentiel des interactions, sur le territoire, sont le fait de la ville.

Ainsi, nous proposons dans ce point de revenir, premièrement, sur la définition de la ville et de placer celle-ci dans un rôle moteur de la dynamique des territoires. Dans un deuxième temps, nous aborderons les échanges dans la ville ainsi que les

³⁰ Le Berre, M. (1995). Territoires. *Encyclopédie de Géographie*. Paris, Economica: p. 617-638.

³¹ Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (1993). *Les Mots de la Géographie, dictionnaire critique*, Reclus, La Documentation Française.

échanges entre les villes ce qui nous amènera à faire la distinction entre système de villes et réseau de villes.

2.1. La ville, le moteur de la dynamique des territoires

La ville est l'élément moteur de la dynamique des territoires. Dans cette acception, la ville apparaît comme un objet artificiel complexe, un objet pluridisciplinaire, ramenée à une forme d'appropriation de l'espace, de son espace propre comme de l'espace extérieur, pour pouvoir l'analyser.

Parmi les nombreuses définitions recensées, la ville est retenue « *dans son principe même [comme], une option spatiale, un acte géographique. Il s'agit en effet de créer une situation, impliquant une société dans son ensemble, dans laquelle la coprésence permet de tendre vers des distances égales à zéro, vers un espace à zéro dimension, conçu sur le modèle géométrique du point* »³².

La ville constitue un lieu d'interaction parmi les autres lieux, de ce fait et dans notre analyse, nous considérons la ville comme un pôle, un nœud de relation, une centralité productrice et émettrice de flux matériels et immatériels³³.

La ville est ici traitée dans sa dimension interactive, comme un lieu de passage obligé et hiérarchisé dans la circulation et les échanges sur le territoire³⁴. Elle est caractérisée comme un élément de l'analyse de l'articulation réseaux-territoires³⁵.

Notre recherche se positionne dans le contexte qui montre l'intérêt « *à considérer chaque ville dans ses rapports d'interdépendance avec les autres, comme un système dans un système de villes* »³⁶ mais aussi au niveau des « *réseaux territoriaux à grande maille [...] qui prennent directement appui sur la structure du réseau urbain* »³⁷ et qui transforment les relations traditionnelles des villes aux territoires et des villes entre elles. Cette logique d'organisation des relations dans la ville, entre les villes, et entre la ville et le territoire font les interactions qui sont

³² Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin.

³³ Saint-Julien, T. (1992). "Réseau, armature, système urbain : Glissements de sens, nouvelles questions, ré-écriture ?" L'Information Géographique n°56: p. 63-70.

³⁴ Ibid.

³⁵ Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin.

³⁶ Cattani, N., Pumain, D., Rozenblat, C. et Saint-Julien, T. (2000). Le système des villes européennes. Economica. Paris. 2^{ème} édition: 243 p.

³⁷ Ibid.

envisagées dans les notions de système et de réseau de villes que nous proposons d'analyser dans le point suivant.

2.2. La ville, les villes : réseau de villes, système de villes

Nous considérons que les interactions sont le fait des échanges sur le territoire, des relations qui se font dans la ville, mais aussi entre les villes. Les notions de réseau de villes et de système de villes peuvent nous permettre de préciser ces relations et d'envisager ainsi les interactions. Elles seront successivement traitées dans ce point qui au-delà donnera l'occasion d'interroger plus largement la distinction entre réseau et système.

Comme l'avance Manuel Appert dans sa thèse³⁸, les villes sont assimilables à des « *objets localisés de l'espace [qui] existent et sont explicables dans et par leurs relations* ». Les travaux de Henry Bakis et Claude Grasland³⁹ montrent que l'analyse des liens est très fortement liée à celle des lieux en réseau, qui fonde l'organisation du territoire⁴⁰. Ainsi, nous proposons de retenir la définition géographique du réseau, proposé par Manuel Appert, « *comme la structure de relation entre différents points localisés d'un espace géographique* »⁴¹.

Thérèse Saint-Julien⁴², en considérant la ville comme un lieu d'interactions intenses fonctionnant en réseau avec les autres villes sur un territoire, introduit de façon complémentaire la notion de réseau urbain. Au sein d'un réseau de villes, les villes acquièrent une position hiérarchique en devenant des points de passage des échanges matériels et immatériels. Le réseau de villes qui structure ainsi les échanges contribue à l'organisation des territoires.

Le groupe de travail sur les réseaux et les territoires⁴³ désigne le réseau de villes comme « *un ensemble de villes reliées entre elle par des relations diverses. La*

³⁸ Appert, M. (2005). Coordination des transports et de l'occupation de l'espace pour réduire la dépendance automobile dans la région métropolitaine de Londres. Géographie. Montpellier, Université Montpellier III - Paul Valéry: 721 p.

³⁹ Bakis, H. et Grasland, L. (1997). "Les Réseaux et l'intégration des territoires: Position de recherche." NETCOM Vol. 11(n°2): 6.

⁴⁰ Bakis, H. (1988). Information et organisation spatiale. Caen, Paradigme. Et Bakis, H. (1993). Réseaux et enjeux sociaux. Paris, PUF Que sais-je?

⁴¹ Appert, M. (2005). Coordination des transports et de l'occupation de l'espace pour réduire la dépendance automobile dans la région métropolitaine de Londres. Géographie. Montpellier, Université Montpellier III - Paul Valéry: 721 p.

⁴² Saint-Julien, T. (1992). "Réseau, armature, système urbain : Glissements de sens, nouvelles questions, ré-écriture ?" L'Information Géographique n°56: p. 63-70.

⁴³ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation. Paris, La Documentation Française.

nature du réseau de villes et l'intensité de ces relations conditionnent le rapport que cet ensemble de villes entretient avec le territoire ». La variété et la complexité des liens recensés par ce groupe de travail reflète certes une « *dimension métaphorique de la notion de réseau de villes* »⁴⁴, mais renvoie surtout à la nécessité d'établir une typologie des villes et des relations constitutives du réseau de villes.

Le groupe de travail sur les réseaux et les territoires distingue ainsi deux acceptions de réseau de villes :

- le réseau urbain, « *ensemble de toutes les villes et de leurs relations sur un même territoire politico-administratif* »,
- le réseau de villes, « *formes de structuration volontaires ou partielles ; le réseau ne dépend pas nécessairement de l'appartenance des villes à un même territoire national ou régional mais se fonde sur des caractéristiques communes et complémentaires propres aux villes (dimension, activités, fonctions, spécialisations)* ».

Dans le premier cas, le réseau urbain s'inscrit dans un système de villes, dans la mesure où l'on considère un ensemble d'éléments interdépendants. Un système est en effet « *un ensemble d'éléments interdépendants, c'est-à-dire liés entre eux par des relations telles que si l'une est modifiée, les autres le sont aussi et par conséquent tout l'ensemble est transformé* » J. De Rosnay (1975)⁴⁵. Par exemple, une modification des réseaux techniques influera sur l'organisation des relations et aussi sur le fonctionnement du système de villes.

Dans ce cadre, l'analyse du système de villes repose non seulement sur celle des relations et des interactions, mais aussi sur celle des interdépendances (diffusion spatiale de l'innovation, relation de filiation des entreprises...).

La deuxième acception renvoie à la définition du réseau de villes où un ensemble de villes se regroupe autour d'activités ou de caractéristiques similaires ou complémentaires (par exemple des réseaux de grandes villes).

Dans ce cas, l'analyse des réseaux de villes repose sur celle de leur spécialisation et des hiérarchies que celles-ci vont établir entre les différents niveaux.

A l'intérieur de ce cadre général, notre analyse s'inscrit pleinement dans cette définition entre réseaux de grandes villes et réseaux de villes spécialisés qui « *résultent d'une construction conceptuelle qui permet au chercheur d'appréhender*

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ p. Et J. de Rosnay (1975). Le Macroscopie. Paris. Seuil. 346 p.

le fonctionnement d'un ensemble de villes »⁴⁶ et par rapport à nos objectifs de recherche, de répondre à l'apport des réseaux de transport à grande vitesse à l'organisation et la structuration des territoires. De plus, on se positionne aussi par rapport au système de villes toujours au niveau des réseaux de transport à grande vitesse et qui renvoie à l'idée développée par Denise Pumain⁴⁷ : « l'évolution des systèmes de villes s'effectue selon une dynamique de concurrence [qui] ne peut se concevoir que par l'existence de réseaux techniques qui assurent une communication relativement rapide entre les villes, mais inégalement distribuées ». Ainsi, le fonctionnement des systèmes s'effectue par les réseaux ce qui place le système dans un fonctionnement réticulaire.

Pour synthétiser, on aboutit à deux approches qui focalisent, pour la première sur la dimension du système et la deuxième sur la dimension du réseau. Premièrement, l'analyse en termes de système nous conduit à travailler sur un ensemble, un territoire, qui est composé d'objets, des villes, qui entretiennent des relations, grâce aux réseaux de transport par exemple. Si on se place dans une analyse en termes de réseau, on adopte une approche différente puisque l'on part des relations, des réseaux, qui relient des objets, les villes, pour former un ensemble, le territoire.

Au final, on a mis en avant dans ce point les interactions entre villes et territoires en abordant les mécanismes de fonctionnement de celles-ci dans une approche du système et du réseau sans préjuger des actions qui conduisent à ces mécanismes.

Le point suivant se propose de traiter de ces mêmes mécanismes d'interactions, cette fois dans le domaine de l'action.

3. Le polycentrisme, outil pour l'intégration et la cohésion des territoires

Jusqu'à présent, on est resté dans l'observation et la formalisation du territoire, des villes et de leurs interactions. Nous allons maintenant aborder la question de l'action. La société, le groupe mais surtout les acteurs contribuent à orienter la localisation des hommes comme des activités et au-delà favorise l'émergence des relations dans et entre les territoires. Les actions entreprises sur le territoire visent d'une part, à

⁴⁶ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation. Paris, La Documentation Française.

⁴⁷ Bailly, A., Ferras, R. et Pumain, D. (1995). Encyclopédie de Géographie. Paris, Economica.

réduire les inégalités spatiales et d'autre part, à contribuer à la recomposition des territoires et à leur efficacité⁴⁸.

On propose dans ce point d'introduire la notion de polycentrisme en traitant premièrement de la définition des actions et de l'aménagement. Dans un deuxième temps, inscrit dans un contexte de villes et de territoires en réseau, nous proposons de traiter de l'émergence du polycentrisme qui introduit l'idée d'une nouvelle formulation de la question territoriale.

L'action ou action spatiale⁴⁹ est définie comme « *l'action d'un opérateur, envisagée sous l'angle de ces implications spatiales : agencement d'espaces, technologies et techniques de gestion de la distance et de la pratique spatiale* », dans ce contexte toute action spatiale entreprise sur un territoire par des acteurs influence l'organisation de celui-ci. Comme le précise Lorenza Mondada dans la définition qu'elle nous propose⁵⁰ « *pour penser l'action spatiale et ses rôles, on doit [se] focaliser sur les constructions d'espace(s) par les opérateurs et, au premier chef, par les acteurs* ». Cette deuxième idée développée ici, nous renvoie à l'analyse des configurations territoriales que Maryvonne Le Berre⁵¹ traduit comme les « propriétés physiques spécifiques » du territoire, c'est-à-dire, les propriétés naturelles et matérielles qui résultent des actions d'aménagement. Ces propriétés renvoyant aux effets de la localisation et aux phénomènes naturels qui caractérisent le territoire pour les propriétés naturelles, et aux usages que la société attribue à son sol, usages qui résultent des besoins, pour les propriétés matérielles. Le territoire est donc inscrit dans une logique organisationnelle que l'analyse des configurations permet de comprendre.

Cette pratique de l'action sur le territoire nous amène à définir l'aménagement. L'action spatiale menée par les acteurs sur le territoire traduit cette notion. L'aménagement constitue une série d'actions spatiales menées sur le territoire afin de structurer l'organisation du territoire, en agissant sur la répartition des hommes, des activités et des équipements. Pierre Merlin⁵² définit l'aménagement comme « *l'action et la pratique (plutôt que la science, la technique ou l'art) de disposer avec*

⁴⁸ Derycke, P. H. et Offner, J.-M. (1997). "Réseaux et équité territoriale : introduction." *Flux* **27/28**: 5-7.

⁴⁹ Lévy, J. et Lussault, M. (2003). *Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés*. Paris, Belin.

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Le Berre, M. (1995). Territoires. *Encyclopédie de Géographie*. Paris, Economica: p. 617-638.

⁵² Merlin, P. (2002). *L'Aménagement du territoire*. Paris, Puf Presses Universitaires de France.

ordre, à travers l'espace d'un pays et dans une vision prospective, les hommes et leurs activités, les équipements et les moyens de communication qu'ils peuvent utiliser, en prenant en compte les contraintes naturelles, humaines et économiques, voire stratégiques ». À cette première définition, il nous propose d'insister sur le fait que l'aménagement vise à ce que les activités ainsi que les relations soient facilitées sur l'espace aménagé.

Lorsqu'on s'intéresse à l'aménagement du territoire, on ramène les acteurs aux acteurs publics. En effet, l'aménagement du territoire est désigné comme « *l'action publique qui s'efforce d'orienter, d'influer sur la répartition des populations, leurs activités, leurs équipements dans un espace donné et en tenant compte de choix politiques globaux* »⁵³. L'aménagement du territoire est donc assimilé, dans cette conception, à une vision politique des actions des acteurs publics sur le territoire et non l'ensemble des actions qui peuvent être menées sur un territoire.

L'aménagement du territoire est une « conception » française qui s'affirme dans les années 1960, avec la création de la DATAR⁵⁴. Il s'agit de montrer, comme le précise Jacques Lévy⁵⁵, « *le devenir de l'espace français si on laissait faire sans réagir* ». Les missions principales de la DATAR visent à assurer la cohérence des politiques ministérielles en privilégiant la coordination des politiques entre elles et l'élaboration de scénarios prospectifs d'aménagement du territoire.

Dans cette configuration, la politique nationale d'aménagement du territoire va chercher à exprimer les interactions et les dynamiques du territoire pour intervenir ensuite.

Comme le précise Pascal Chauchefoin⁵⁶, « *l'intervention publique doit préalablement décrypter les modalités de fonctionnement et de développement des infrastructures techniques [...] mais aussi analyser le plus finement possible les dynamiques territoriales* ». La problématique essentielle consiste alors à mieux cerner les relations, l'articulation entre les réseaux et territoires.

⁵³ Tabarly, S. (2003). Géoconfluences, <http://geoconfluences.ens-lsh.fr/notions/index.htm>. **Consulté en 2005.**

⁵⁴ DATAR : Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Aménagement Régional, aujourd'hui DIACT : Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires.

⁵⁵ Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin.

⁵⁶ Chauchefoin, P. (2000). "Réseaux et territoires : regard sur quelques aspects de la politique nationale d'aménagement du territoire, entretien avec Jean-Louis Guigou (DATAR)." Flux **39/40**: 68-75.

Pour établir l'évolution de l'action sur le territoire jusqu'à l'émergence du polycentrisme, on propose de faire une chronologie rapide (car cette question sera traitée plus en détail dans le chapitre 2) des politiques d'aménagement du territoire et des travaux de la DATAR.

Les politiques d'aménagement ont toujours eu comme objectif un développement équilibré du territoire, cherchant à intervenir sur les localisations des activités dans un premier temps, puis sur la localisation des populations. Cette première phase (1960 – 1970), correspond à la création des métropoles d'équilibre. Elle aboutit à une politique de localisation des activités sans transfert de pouvoir de décision, rendant ces métropoles inaptées à concurrencer les grandes villes européennes comme Milan ou Barcelone⁵⁷.

Au début des années 1980, la loi de décentralisation (1982) remet en cause les métropoles d'équilibre et la politique des villes moyennes. Cette loi se fonde sur l'enjeu de coordonner politique publique et besoin de la population. Dans le même temps, l'organisation du réseau urbain reste une préoccupation. À la fin des années 1980, la DATAR propose de favoriser l'émergence des réseaux de villes qu'elle définit comme un encouragement aux villes moyennes à mener des projets communs, indépendamment des grandes métropoles régionales. Dans un cadre défini par la DATAR, le réseau de villes résulte de l'association volontaire de 2 à 6 villes ayant des intérêts communs pour : gérer tel ou tel service urbain, engager des démarches communes de promotion, entreprendre des actions de lobbying, etc.⁵⁸.

De telles formes de coopération ont pu être ressenties comme "une conspiration contre les frontières", mais cette mise en réseau est surtout un moyen d'éviter une marginalisation croissante par rapport aux tendances lourdes de la métropolisation en Europe.

En 1991, ces réseaux sont constitués de manière informelle avant d'être validés dans le cadre de la LOADT⁵⁹ en 1995 et de la LOADDT en 1999⁶⁰. Cette dernière étape, nous permet d'avancer l'idée d'une reformulation de la question territoriale. La

⁵⁷ Merlin, P. (2002). L'Aménagement du territoire. Paris, Puf Presses Universitaires de France.

⁵⁸ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

⁵⁹ LOADT : Loi d'aménagement et de développement du territoire dite loi Pasqua (1995) et LOADDT : Loi d'aménagement et de développement durable du territoire dite loi Voynet (1999).

⁶⁰ Merlin, P. (2002). L'Aménagement du territoire. Paris, Puf Presses Universitaires de France.

ville est considérée comme « *une trame structurante de l'organisation spatiale et le point d'articulation de la dialectique mondial-local* »⁶¹.

Cette période renvoie aux regroupements des communes, pays, agglomérations, la formation d'intercommunalité, que nous traiterons plus longuement dans le chapitre 2, qui visent à associer les communes dans leurs compétences. Ainsi, cette phase contribue à l'émergence des pouvoirs métropolitains qui suit l'évolution des pouvoirs locaux et les capacités d'interventions liés au regroupement.

Sur cette même période, 1989 – 1999, les politiques communautaires d'aménagement du territoire s'inscrivent dans une stratégie qui vise à orienter le développement du territoire européen. Ainsi, on peut renvoyer cette phase à la genèse du SDEC⁶². Sur la base d'une politique de cohésion économique et social à l'échelle européenne, la dimension territoriale est pour la première fois intégrée clairement⁶³. Dès la mise en chantier formelle du SDEC (1993), la dimension du territoire, de ses objets et de ses interactions s'insère dans ses objectifs fondateurs. En effet, le premier projet du SDEC qui se pose comme une base de travail est approuvé en 1997, avec trois grandes orientations : la cohésion économique et sociale, le développement durable et la compétitivité équilibrée des territoires européens. La version finale du document, publiée en 1999, s'inscrit autour de quelques principes : l'équilibre des systèmes urbains et les relations villes – campagnes, l'accès aux infrastructures et aux connaissances, la protection du patrimoine naturel et culturel⁶⁴.

Dans une perspective qui vise à l'intégration du territoire européen⁶⁵, l'ambition du SDEC qui ne contient pas de mesures de nature normative, est de mettre en place un processus de travail de long terme qui se positionne dans une logique prospective sur les enjeux territoriaux et le renforcement de la coordination et de la coopération,

⁶¹ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

⁶² SDEC : Schéma de développement de l'espace communautaire ou *ESDP European Spatial Development Perspective*. Commission Européenne (1999). Schéma de Développement de l'Espace Communautaire (SDEC) : Vers un développement spatial équilibré et durable du territoire de l'Union Européenne. Luxembourg: 94 p.

⁶³ Barnier, M. (2001). "L'Intégration de la dimension territoriale dans la politique de cohésion européenne." Territoires 2020 : Point de vue 4: 7-10.

⁶⁴ Commission Européenne (2002). Rapport sur les Politiques communautaires et l'Aménagement du territoire (Document de travail de la Commission, 50 p.), <http://europa.eu.int> , page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". **Consulté en 2005.**

⁶⁵ Peyrony, J. et avec la collaboration de Hingray, M.-C. (2002). Le Schéma de Développement de l'Espace Communautaire. Paris, DATAR.

notamment des territoires. L'enjeu consiste aussi à intégrer la dimension territoriale dans les politiques communautaires qu'elles soient sectorielles, structurelles ou horizontales⁶⁶. L'interaction entre les objectifs du SDEC et la politique commune des transports en est une illustration qui fera l'objet d'une étude plus approfondie au chapitre 3 de la deuxième partie de notre recherche.

La vision du SDEC est polycentrique⁶⁷. Cette vision encourage la constitution de grands ensembles métropolitains disposant d'un accès international facile et interconnecté dans le but d'améliorer l'équilibre territorial. Ainsi, le système polycentrique est envisagé autour de grandes régions métropolitaines ou des réseaux de villes, pour favoriser les relations et les coopérations. C'est-à-dire que sur la base d'un raisonnement multi-échelles, on souhaite amener les territoires à l'adoption de stratégies communes pour le développement et l'organisation des territoires.

Les travaux de la DATAR qui s'effectuent dans le même temps, s'insèrent dans la vision polycentrique du SDEC. Les travaux de prospectives sur une vision du territoire national à l'horizon 2020⁶⁸, aboutissent à l'élaboration de quatre scénarios exploratoires pour l'aménagement du territoire national : « Archipel Éclaté » (qui oppose villes dynamiques et territoires en marge), « Local Différencié » (communautés régionales fondées sur des logiques identitaires), « Centralisme Rénové » (modèle centre – périphérie : Paris et les villes secondaires) et « Polycentrisme Maillé ».

Ce dernier scénario fait l'objet du choix de la DATAR : il a pour objectif de se baser sur de grands ensembles géographiques interrégionaux, d'encourager la coopération des territoires pour soutenir la recomposition infrarégionale autour, par exemple, des communautés d'agglomération...

Ces objectifs inscrivent le scénario dans une approche polycentrique qui a pour finalité le maillage des différentes entités territoriales⁶⁹, pour garantir l'équité. Ainsi, chaque portion du territoire devra être incluse dans un « espace de solidarité »

⁶⁶ Commission Européenne (2002). Rapport sur les Politiques communautaires et l'Aménagement du territoire (Document de travail de la Commission, 50 p.), <http://europa.eu.int>, page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". **Consulté en 2005.**

⁶⁷ Peyrony, J. et avec la collaboration de Hingray, M.-C. (2002). Le Schéma de Développement de l'Espace Communautaire. Paris, DATAR.

⁶⁸ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

⁶⁹ Ibid.

(partenariat économique et institutionnel) qui renvoie à la notion de cohésion territoriale⁷⁰, également énoncée dans les travaux de l'Europe qui suivent le SDEC⁷¹. Dans ce rapport, la cohésion territoriale vient compléter les objectifs de l'Union Européenne relatifs à la cohésion économique et sociale. Le « concept » est ainsi créé et inscrit dans le projet de constitution à l'article 3. La cohésion territoriale, en termes de politique, s'inscrit comme un objectif visant au développement équilibré du territoire et s'appuie sur la réduction des disparités existantes, les déséquilibres territoriaux et la coordination des politiques sectorielles et régionales. La définition de la cohésion territoriale renvoie directement aux objectifs du SDEC. Ainsi, l'objectif d'un accès plus équilibré aux services d'intérêt économique général apparaît comme une condition essentielle de la cohésion territoriale⁷².

Finalement, le polycentrisme peut être considéré comme une « doctrine » émergente de l'aménagement du territoire mené par les acteurs publics. La volonté de construire un territoire autour de pôle structurant interroge sur la nature des territoires qui vont entrer dans l'organisation polycentrique. Cela nous ramène à la question de l'articulation des échelles et à la construction d'une typologie autour d'une conception polycentrique du territoire à différentes échelles. Rémy Allain⁷³ propose de recenser les formes de polycentrisme ; il met en avant six degrés de polycentrisme :

- Un polycentrisme autour des régions d'envergure internationale, qui fait écho à des systèmes de villes et des organisations polycentrique à l'échelle régionale.
- Un polycentrisme autour d'un réseau de métropoles ou réseau de grandes mailles.
- Un polycentrisme autour d'un réseau urbain réticulé, ou réseau de mailles intermédiaires.

⁷⁰ Guigou, J.-L., Parthenay, D., Gérard-Varet, L.-A., Mougeot, M., et al. (2001). De la France éclatée à la France maillée : la nécessaire modernisation de nos cadres territoriaux d'action publique. Aménagement du territoire. L. D. Française. Paris, Extrait du Rapport du Conseil d'Analyse Economique: p. 11 - 45 (256 p.).

⁷¹ Commission Européenne et DG Politique Régionale (2004). Rapport intérimaire sur la cohésion territoriale (Résultats préliminaires des études de l'ORATE et de la Commission Européenne, 103 p.), <http://europa.eu.int> , page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". **Consulté en 2005.**

⁷² Ibid.

⁷³ Baudelle, G. et Castagnède, B. (2002). Le Polycentrisme en Europe. Paris, DATAR.

- Un polycentrisme au sein d'une région ou d'un réseau intrarégional, ou encore réseau de petites mailles.
- Un polycentrisme des aires métropolitaines.

Ce dernier type de polycentrisme autour des aires métropolitaines s'appuie sur l'aptitude « à fédérer autour d'un projet commun »⁷⁴ et ramène l'auteur à souligner que la France s'inscrit dans ce dernier type dans la mise en place de l'intercommunalité. Les derniers travaux de la DATAR autour des projets de coopération métropolitaine⁷⁵ vont dans le même sens. C'est pourquoi nous positionnons notre recherche autour de ce dernier type de polycentrisme : le polycentrisme des aires métropolitaines. L'analyse de ces travaux sera un des objectifs du chapitre suivant.

⁷⁴ Ibid.

⁷⁵ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises. Paris, DATAR.

Conclusion

Ce chapitre qui avait pour objectif d'introduire l'organisation des territoires et la mutation des espaces urbains a été traité en trois temps.

Dans un premier temps, on s'est attaché à définir le territoire selon les trois facettes que nous propose Maryvonne Le Berre⁷⁶ : le caractère existentiel du territoire, sa configuration et la logique organisationnelle à laquelle « obéit » le territoire. Ainsi, on a montré que le territoire est fait de lieux et que son analyse passe par celle des interactions et des dynamiques qui le traverse. L'étude du territoire et du groupe qui l'occupe nous a amenée à définir l'interaction spatiale, définition que l'on a trouvée dans les travaux de Claude Grasland⁷⁷ et qui met l'accent sur l'association des acteurs et des lieux, association qui contribue à l'émergence des territoires et à la formation des interactions. On arrive donc à l'idée que pour comprendre la morphologie d'un territoire et ses dynamiques, on doit faire ressortir les liens du groupe au territoire, les interactions. On en vient à conclure que la compréhension des territoires se fait par l'analyse de ses dynamiques qui conduit à l'étude des mailles et des lieux, ce qui nous conduit au deuxième temps qui s'intéresse aux liens de la ville au territoire.

On se positionne alors sur le fait que la ville est un élément essentiel dans l'analyse qu'on souhaite mener et qu'elle joue un rôle moteur dans les dynamiques du territoire.

On choisit premièrement, de définir la ville et l'on retient la définition de Jacques Lévy⁷⁸ et celle de Thérèse Saint-Julien⁷⁹ qui nous amène à entendre la ville comme un lieu d'interaction, un nœud de relation, une centralité productrice et émettrice de flux matériels et immatériels.

On se positionne alors sur le fait que les interactions sont le fait des relations des villes au territoire et des villes entre elles. Cette idée nous renvoyant à envisager que l'analyse des interactions entre les villes et les territoires et villes entre elles s'insère dans les notions plus générales de système et de réseau.

⁷⁶ Le Berre, M. (1995). Territoires. Encyclopédie de Géographie. Paris, Economica: p. 617-638.

⁷⁷ Grasland, C. (2004). Interaction spatiale (définition du concept), <http://hypergeo.free.fr>. **consulté en 2005**.

⁷⁸ Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin.

⁷⁹ Saint-Julien, T. (1992). "Réseau, armature, système urbain : Glissements de sens, nouvelles questions, ré-écriture ?" L'Information Géographique n°56: p. 63-70.

On a donc défini système de villes et réseau de villes, en se basant notamment sur les travaux de Thérèse Saint-Julien⁸⁰ et ceux du Groupe de Travail Réseaux et Territoires⁸¹ dont on a retenu deux acceptions de réseau de villes : le réseau urbain que l'on inscrit dans un système villes et qui repose sur l'analyse des relations et des interactions mais aussi sur les interdépendances. L'idée est que la modification du réseau influera sur l'organisation des territoires et par conséquent influera sur le fonctionnement du système de villes. La deuxième acception, nous renvoie au réseau de villes qui est assimilé à une structuration du réseau des villes qui vont se regrouper en fonction de caractéristiques communes et complémentaires. L'analyse des réseaux de villes repose alors sur celle de leurs spécialisations et des hiérarchies qui s'établissent. Ce deuxième temps nous permet d'insister sur le fait que l'analyse en terme de système conduit à l'étude d'un ensemble, composé d'objets qui sont en relation tandis que l'analyse en terme de réseau nous place dans une approche différente puisque l'on part de l'étude des relations qui relient des objets pour former un ensemble.

Disposant des mécanismes de fonctionnement des interactions entre villes et territoires et de villes entre elles, le troisième temps de ce chapitre nous conduit à placer ces mêmes mécanismes dans le domaine de l'action.

Ainsi, dans ce dernier point, on veut introduire le polycentrisme comme un scénario d'organisation des dynamiques des territoires. Dans ce contexte, on choisit premièrement de définir l'action spatiale et l'aménagement. L'action spatiale menée par les acteurs sur le territoire nous renvoie à l'aménagement, comme une série d'actions accomplies sur le territoire afin de structurer l'organisation de celui-ci. On retient la définition de Pierre Merlin⁸² en insistant sur l'idée que l'aménagement vise à faciliter le développement dans les activités ainsi que des relations sur l'espace aménagé.

On choisit ensuite de s'intéresser à l'aménagement du territoire qui ramène l'action à celle des acteurs publics. L'aménagement du territoire est assimilé dans cette configuration à une vision politique des actions sur le territoire. Pour introduire le polycentrisme, on propose de revenir sur la création de la DATAR qui vise à assurer la cohérence et la coordination des politiques et à l'élaboration de scénarios

⁸⁰ Ibid.

⁸¹ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation. Paris, La Documentation Française.

⁸² Merlin, P. (2002). L'Aménagement du territoire. Paris, Puf Presses Universitaires de France.

prospectifs d'aménagement du territoire. On traite alors l'évolution des travaux prospectifs jusqu'en 1999 où on avance l'idée d'une reformulation de la question territoriale. On fait ensuite le choix d'introduire les travaux de l'Union Européenne avec l'insertion du SDEC et la vision polycentrique qui encourage la constitution de grands ensembles métropolitains dans le but d'améliorer l'équilibre territorial. Cette vision reprise par la DATAR dans le scénario du « Polycentrisme Maillé » vise à garantir l'équité en renforçant le maillage des différentes entités territoriales. Ainsi, on avance l'idée que la volonté de construire un territoire autour de pôles structurants interroge sur la nature des territoires qui entrent dans l'organisation polycentrique. On propose alors de se référer aux différents degrés du polycentrisme que nous présente Rémy Allain⁸³ et on met l'accent sur le dernier type de polycentrisme qu'il recense et qui concerne les aires métropolitaines. Le polycentrisme des aires métropolitaines constitue une piste dans l'analyse qu'on souhaite mener. Afin de confirmer ou d'infirmer cette position, on propose de faire le point sur les notions de métropole et de processus de métropolisation mais aussi d'analyser les aires métropolitaines dans le chapitre qui suit.

⁸³ Baudelle, G. et Castagnède, B. (2002). Le Polycentrisme en Europe. Paris, DATAR.

Chapitre 2 : Métropolisation et structuration de l'espace français

Introduction

Dans l'espace mondialisé, compris comme un système marqué par la multiplication des flux de toute nature qui ont des effets sur la société et le territoire, la place des villes est primordiale comme on l'a montré dans le chapitre précédent. De fait, l'introduction des villes dans l'étude des espaces mondialisés, permet de s'intéresser au lieu et de mettre en avant « *les concentrations stratégiques d'infrastructures et de capacités productives* »⁸⁴. L'espace mondialisé renvoie à « une interconnexion complexe de territoires diversifiés » : des espaces de nature et d'échelles différentes sont mis en relation. De ce point de vue, la mondialisation interroge l'ensemble des échelles géographiques, du local au global. L'approche géographique de la mondialisation renvoie aux phénomènes de polarisation, de hiérarchisation des espaces. Ainsi, les grandes entités urbaines, véritables noyaux de peuplement et lieux de centralité apparaissent comme des organisations territoriales polarisées. Dans ce cadre, les notions de métropole et de processus de métropolisation sont mobilisées pour qualifier les grandes agglomérations. Cependant, plusieurs questions se posent : Qu'est-ce qu'une métropole ? Quelle ville peut-on qualifier de métropole ? Quels sont les facteurs de métropolisation ? Quelles relations les métropoles entretiennent-elles avec le territoire ?

C'est à ces questions que le premier point de cette section s'intéresse. Dans un premier temps, il sera question de définir les deux notions de métropole et de métropolisation. Nous nous intéresserons ensuite aux fonctions métropolitaines des grandes agglomérations et à la place des transports dans ces fonctions. Enfin, nous nous intéresserons au cas des villes françaises pour tenter de distinguer les métropoles affirmées de celles qui sont en devenir.

⁸⁴ Sassen, S. (1996). L'Etat et la ville globale : notes pour penser l'inscription spatiale de la gouvernance, <http://multitudes.samizdat.net/>. mise en ligne 1996, consulté en 2005.

1. Formes et fonctions métropolitaines

Ce point a pour objectif de définir les notions de métropole et de métropolisation et d'exposer les divers points de vue recensés. Il est également question d'exposer les fonctions de ces grandes agglomérations qui, dans la littérature, sont définies en tant que métropoles.

1.1 Métropole et métropolisation

Comme pour bien d'autres notions et concepts évoqués jusqu'ici, nous ne disposons pas d'une définition unique. De ce fait, bien des divergences apparaissent en fonction de l'utilisation faite de ces deux termes de métropole et métropolisation.

□ La métropole :

De toutes les définitions recensées, la seule convergence présente la métropole comme un type ou objet urbain. La métropole, dans l'usage courant, est souvent vue comme « *la capitale politique ou économique d'une région, d'un état* ». Dans une démarche plus scientifique nous choisissons de retenir, comme point de départ à notre raisonnement, parce qu'elle constitue le plus petit dénominateur commun, la définition suivante du terme de métropole : « *une forme urbaine, généralement de grande taille issue d'un noyau initial* »⁸⁵.

La métropole est souvent assimilée à un pôle de concentration des hommes, du pouvoir et des activités qui exerce un rayonnement sur le territoire. Ainsi comme le propose Jean Renard⁸⁶, la métropole est marquée par l'association de trois éléments : le poids démographique évalué à 500 000 habitants, des activités économiques et culturelles nombreuses et diversifiées ainsi qu'un rayonnement global sur un territoire étendu.

Ce point de vue, se retrouve également dans les propos de Gabriel Wackerman⁸⁷, lorsqu'il souligne que « *la vraie métropole est un pôle urbain majeur doté de la totalité ou de la quasi-totalité des fonctions urbaines au niveau qualitatif le plus élevé...* ». La métropole doit de ce fait, participer à la maîtrise de l'espace mondial.

⁸⁵ Bury, J.-C. (2003). *Métropoles et structuration des territoires*. Paris, Conseil Economique et Social, DATAR: 262 p.

⁸⁶ Renard, J. (2000). "Nantes, métropole inachevée?" *L'Information Géographique* 2: 117-133.

⁸⁷ Wackermann, G. (2000). *Très grandes villes et métropolisation*. Paris, Ellipses.

Mais à une échelle plus réduite elle interagit avec un territoire continu dont elle constitue le pôle majeur.

La métropole est caractérisée par sa position centrale sur un territoire : c'est un lieu décisionnel. Elle est aussi caractérisée par son appartenance à plusieurs réseaux : elle est territoire d'attraction et de diffusion de flux de toute nature. En ce sens, elle est l'élément central d'un système urbain de niveau hiérarchique inférieur qu'elle anime. Elle est aussi l'élément d'un système urbain auquel elle participe aux côtés de villes du même rang ou de rang plus élevé.

La métropole renvoie à l'idée d'une ville au cœur d'un territoire qu'elle façonne et qu'elle commande. L'inscription d'une ville en tant que métropole est mesurée par la présence de fonctions métropolitaines, qui seront traitées plus loin. On peut considérer qu'il n'y a pas une seule métropole, mais comme le décrivent Claude Lacour et Sylvette Puissant⁸⁸, plusieurs niveaux de diffusion des dynamiques métropolitaines qui font émerger des métropoles à différentes échelles. Ainsi on recense :

- Des métropoles internationales ou mondiales qui apparaissent comme des « métropoles-capitales ». Londres ou Paris en font partie. Ces métropoles-mondiales sont « liées à l'internationalisation économique et marquée par la globalisation »⁸⁹.
- À une échelle inférieure, on va recenser des villes au rayonnement plus restreint. Ces métropoles exercent un pouvoir au niveau d'un continent. Dans ce cas de figure, on trouve les métropoles dites métropoles-européennes aux fonctions métropolitaines incomplètes.

A cette échelle, on constate la présence de capitale mais aussi celle des villes qui possèdent une grande partie des fonctions métropolitaines. Amsterdam, Bruxelles, Lyon, Madrid et Barcelone, Rome et Milan, Francfort et Munich, sont dans ce cas⁹⁰.

- Enfin, on va trouver des métropoles de rang national qu'on préférera au terme de métropoles-régionales utilisé par Claude Lacour et Sylvette Puissant. Ici, les villes sont marquées par la présence forte d'au moins une fonction métropolitaine. Toulouse et sa spécialisation dans l'aéronautique traduit cette

⁸⁸ Lacour, C. et Puissant, S. (1999). La Métropolisation : Croissance, Diversité, Fractures. Paris, Anthropos.

⁸⁹ Ibid.

⁹⁰ Ibid.

idée⁹¹. La ville de Toulouse avec son activité aéronautique rayonne bien au-delà de la région Midi-Pyrénées et c'est pour cela qu'on qualifie la ville de métropole de rang national.

Dans toutes ces définitions, la métropole renvoie à un objet urbain pris dans une trajectoire et une dynamique. C'est pourquoi la littérature met fortement en avant les notions de métropolisation et de processus de métropolisation.

□ La métropolisation et le processus de métropolisation :

La métropolisation représente l'ensemble des processus dynamiques qui transforment une grande ville en métropole. La métropolisation s'inscrit à toutes les échelles d'un territoire : elle combine les logiques régionales, nationales et internationales⁹². La métropolisation et son évolution, reposent sur des facteurs majoritairement économiques ainsi que sur l'implication dans les réseaux. Avec la métropolisation, on s'écarte de la conception d'une organisation hiérarchique des villes pour privilégier une logique de fonctionnement en réseau qui a pour rôle de lier la métropole à la fois aux villes de rang inférieures mais aussi à celles de rang égal ou supérieur.

La métropolisation ne peut donc pas uniquement se résumer à un phénomène de croissance urbaine. *« C'est un processus qui fait rentrer dans l'aire de fonctionnement quotidien de ces agglomérations, des villes et des villages de plus en plus éloignés et qui engendre des morphologies urbaines de types nouveaux »*⁹³.

Jean Renard⁹⁴ met lui aussi en avant l'idée que la métropolisation n'est pas seulement liée à la croissance urbaine. Il insiste sur le fait que la métropolisation englobe l'ensemble des fonctions socio-économiques et culturelles. L'ensemble de ces fonctions ont des effets de rayonnement et d'attraction prépondérants et diversifiés qui permettent à la métropole d'exercer son pouvoir de domination et de commandement sur le territoire qu'elle couvre.

Pour synthétiser et selon les termes de Jacques Bonnet, *« la métropolisation est la concentration des pouvoirs dans les métropoles, mais c'est également un processus dynamique qui vise à intégrer par le renforcement des réseaux et grâce à la maîtrise*

⁹¹ Ibid.

⁹² Bury, J.-C. (2003). Métropoles et structuration des territoires. Paris, Conseil Economique et Social, DATAR: 262 p.

⁹³ François Ascher (1998) cité par Leroy, S. (2000). "Sémantiques de la métropolisation." L'Espace Géographique n°1: 78-86.

⁹⁴ Renard, J. (2000). "Nantes, métropole inachevée?" L'Information Géographique 2: 117-133.

des pouvoirs décisionnels, économiques, relationnels et culturels »⁹⁵. La métropolisation peut se mesurer à l'aide de plusieurs critères qui renvoient aux fonctions métropolitaines et qui peuvent servir à établir une hiérarchie des métropoles. Les fonctions métropolitaines sont alors le moteur de la métropolisation des villes.

1.2 Les fonctions métropolitaines

La notion de fonction métropolitaine a pour objectif de mettre en relief les fonctions caractéristiques des plus grandes villes et d'illustrer leur rayonnement. On recense 11 fonctions métropolitaines⁹⁶ que l'on peut classer selon trois critères, un critère directionnel, un critère logistique et un critère identitaire.

- Le critère directionnel regroupe les fonctions de :

- banque et assurance,
- commerce,
- gestion,
- fonction commerciale,
- informatique,
- service aux entreprises,
- information,
- recherche,
- télécommunications.

L'ensemble de ces fonctions permet à la métropole d'exercer des activités de commandement, d'être innovante et d'apparaître comme une place forte du secteur tertiaire.

- Le deuxième critère, logistique, regroupe une seule fonction, celle du transport qui va faire de la métropole un nœud majeur. Cette fonction fait de la métropole un pôle qui va concentrer et émettre des flux de toute nature. La métropole devra alors combiner une grande accessibilité par la présence d'infrastructures de transport rapide comme les autoroutes, les lignes ferroviaires à grande vitesse, les aéroports et par l'existence d'infrastructures de transport de marchandises comme les ports. A cela s'ajoute une maîtrise des transports urbains

⁹⁵ Bonnet, J. (1994). Les Grandes métropoles mondiales. Paris, Nathan Université.

⁹⁶ Bury, J.-C. (2003). Métropoles et structuration des territoires. Paris, Conseil Economique et Social, DATAR: 262 p.

et régionaux. Elle doit être accessible à toutes les échelles de desserte, pour assurer son rayonnement.

- Le dernier critère est celui qui relève de l'identité : la fonction principale est la culture. Cette fonction s'exprime par une activité événementielle avec les salons, les foires ou les congrès, mais elle intègre aussi l'architecture ou encore les musées.... Ce dernier critère tient compte aussi de la présence d'universités et de grandes écoles. Le critère identitaire souligne les avantages culturels, patrimoniaux et enfin environnementaux de la métropole.

La mesure de l'ensemble de ces fonctions s'effectue par le recensement des emplois qui concernent les secteurs énoncés ci-dessus. Ils sont qualifiés d'emplois métropolitains supérieurs ou EMS⁹⁷.

On ne peut toutefois s'arrêter à la seule mention du recensement des EMS dans l'évaluation de ce qui est ou n'est pas métropole. En effet, les études sur la répartition et le classement des villes européennes qui se développent depuis la fin des années 1980, interrogent sur la place de ces villes dans un espace qui se mondialise. Les travaux de Roger Brunet⁹⁸ sont un point de départ de ces analyses. En 2003, le système des villes européennes⁹⁹ est à nouveau analysé, l'objectif de cette deuxième étude tendant elle aussi à décrire et hiérarchiser le système des grandes villes européennes. Cette étude s'appuie sur des indicateurs de rayonnement appliqués à 180 agglomérations. Ainsi, on ne parle pas d'EMS mais de population à une date, population entre deux dates, du trafic maritime, du trafic passager dans les aéroports, de l'accessibilité des villes du nombre de sièges sociaux... Au total, on trouve 15 indicateurs qui permettent l'élaboration d'un classement des villes et qui renvoient à une typologie des domaines de spécialisation des villes.

Cette analyse comme le souligne les auteurs, établit la « *position relative* [des villes européennes] *selon certains aspects majeurs de leur développement et de leur ouverture européenne* »¹⁰⁰.

⁹⁷ INSEE (2002). "Onze fonctions pour qualifier les grandes villes." *INSEE Première* n° 840: 4 p.

⁹⁸ Brunet, R. (1989). *Les Villes Européennes*. Paris, La Documentation Française.

⁹⁹ Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). *Les Villes européennes : Analyse comparative*. Paris, DATAR.

¹⁰⁰ Ibid.

2. Les villes françaises face à la métropolisation

Après avoir abordé les différentes échelles de la métropolisation ou encore l'éventail des fonctions métropolitaines, qui traduit la diversité du fait métropolitain, il nous reste à souligner l'existence de plusieurs formes de systèmes métropolitains. Cette diversité tient compte de l'organisation des formes urbaines mais aussi des stratégies de mises en valeur des villes au travers du « marketing territorial ».

2.1 Éventail des systèmes et formes urbaines

Ainsi d'un pays à l'autre le processus de métropolisation mobilise un éventail de systèmes et de formes urbaines. Jean-Claude Bury recense trois catégories de systèmes urbains métropolitains¹⁰¹ en Europe :

- ❑ Un système urbain concentrique. Dans ce système la population et les activités qu'elles soient directionnelles, économiques ou culturelles se concentrent dans un ou des nœuds majeurs d'un territoire. Dans cette première configuration, on va trouver un ensemble de territoires organisés autour de leur capitale. C'est le cas de l'Irlande avec Dublin, ou encore de la Grèce qui concentre l'activité et la population à Athènes et dans une moindre mesure à Thessalonique.

Le deuxième type de système urbain associe sur un même territoire des régions urbaines monocentrique et polycentriques. Par système polycentrique on entend « *l'existence de plusieurs centres complémentaires ou concurrents à tous les niveaux de l'organisation spatiale* »¹⁰². A l'inverse de l'organisation monocentrique, le terme polycentrique représente pour un espace le fait de posséder plusieurs centres fonctionnant en réseaux.

- ❑ Dans cette deuxième configuration, l'exemple le plus représentatif est celui de l'Allemagne. Le cas de l'Allemagne est représentatif d'un système urbain hétérogène. Ce deuxième type de système se retrouve aussi en Italie et en Espagne.
- ❑ Le troisième type de système urbain métropolitain répond à une organisation polycentrique, hiérarchisée ou non, de la forme urbaine. Ces systèmes

¹⁰¹ Bury, J.-C. (2003). Métropoles et structuration des territoires. Paris, Conseil Economique et Social, DATAR: 262 p.

¹⁰² Baudelle, G. (2003), Le Polycentrisme en Europe, cité par Gaubert, N. (2005). Le Concept de «polycentrisme», <http://www.espacestemp.net/document539.html>.

couvrent une aire assez vaste et se coordonnent autour de plusieurs nœuds. C'est notamment le cas des Pays Bas, où les villes qui fonctionnent en réseau forment un système métropolitain multipolaire.

Dans cette palette de systèmes urbains qui associent formes urbaines et fonctions métropolitaines, on identifie des villes ou métropoles spécialisées. Ces dernières se développent autour d'une ou plusieurs fonctions. Cette spécialisation génère des formes et des organisations urbaines particulières, qu'elles caractérisent des villes possédant une forte ouverture technologique où qu'elles se réfèrent à une organisation héritée d'un passé industriel. La spécialisation participe à la catégorisation des formes urbaines et la diversité renvoie aux caractéristiques économiques, sociales et culturelles propres à chaque pays.

2.2 *Le système métropolitain français*

Le terme métropole, en France, est d'un usage ancien. Dans un contexte français marqué par le schéma centre-périphérie, le caractère métropolitain est associé au premier titre à la capitale, Paris, qui a longtemps concentré la quasi-totalité des pouvoirs, des activités et fonctions d'innovations et de direction de l'économie. Dans une large mesure, la politique d'aménagement du territoire vise à tempérer le caractère macrocéphale de la France.

2.2.1 Le caractère macrocéphale de la France, la suprématie parisienne

L'appartenance à la dynamique de métropolisation, vue comme un système émergent de développement spatial, n'est plus à démontrer concernant la capitale française. Paris domine le territoire. Aujourd'hui, même si sa suprématie s'estompe, Paris exprime sa supériorité de manière significative. La capitale combine plusieurs facteurs : un poids démographique important, des activités économiques, sociales et culturelles en nombre et enfin, elle abrite une grande partie des pouvoirs économiques et politiques.

En termes de population, en 1999, Paris comptait sept fois plus d'habitants que Marseille et Lyon respectivement 2^{ème} et 3^{ème} agglomérations françaises. De plus, lorsqu'on s'intéresse à l'emploi et notamment aux EMS (Emplois métropolitains supérieurs) ou emplois stratégiques, le territoire reste fortement marqué par la

position hiérarchique de Paris. Ces emplois liés aux onze fonctions¹⁰³ décrites plus haut sont considérés comme « *des indicateurs pertinents de la connexion des territoires avec l'innovation et le dynamisme économique* »¹⁰⁴. En matière d'EMS en 1999, trois régions -l'Ile de France, la région Rhône Alpes et Provence Alpes Côte d'Azur- regroupent 60,3% des EMS en France. Et l'Ile de France totalise 45% des EMS. A ces emplois, il faut ajouter que la région parisienne et Paris en tête concentrent les activités innovantes et dynamiques, notamment les activités de services aux entreprises, la formation ou encore la recherche. Enfin, la capitale rassemble les pouvoirs économiques, comme les sièges sociaux, mais aussi les pouvoirs politiques qui concernent les services de l'Etat ou les fonctions supérieures de commandement.

Le territoire apparaît fortement hiérarchisé, révélant des relations verticales de la capitale jusqu'aux petits bourgs ruraux¹⁰⁵. Toutefois, à la métropolisation progressive des grandes agglomérations françaises se superposent des relations entre villes qui relèvent de la formation d'un territoire des réseaux avec interpénétration des échelles et des relations horizontales de pôle à pôle se développent aussi. Ainsi, le processus de métropolisation se diffuse aux grandes aires urbaines avec une polarisation de la population, des emplois et des activités.

2.2.2 Les aires urbaines françaises confrontées aux processus de métropolisation

La mise en place dans les années 60-70 des métropoles d'équilibre, au nombre de huit, par la DATAR¹⁰⁶ et la volonté de remise en cause progressive des politiques urbaines centralisées constituent le point de départ de notre raisonnement. Les années 80 accentuent la décentralisation (1982, loi de décentralisation) du pays. « *La décentralisation vise à donner aux collectivités locales des compétences propres, distinctes de celles de l'Etat, à faire élire leurs autorités par la population et*

¹⁰³ INSEE (2002). "Onze fonctions pour qualifier les grandes villes." INSEE Première n° 840: 4 p.

¹⁰⁴ Lévêque, L., Maurel, L. et Sénelet, M. (2004). L'Offre métropolitaine française : vue par les emplois métropolitains supérieurs. Paris, Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme (FNAU), DATAR.

¹⁰⁵ Bury, J.-C. (2003). Métropoles et structuration des territoires. Paris, Conseil Economique et Social, DATAR: 262 p.

¹⁰⁶ DATAR : Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Aménagement Régional, aujourd'hui DIACT : Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires.

à assurer ainsi un meilleur équilibre des pouvoirs sur l'ensemble du territoire »¹⁰⁷. L'enjeu de la décentralisation est de mieux faire concorder politiques publiques et besoins de la population. A partir de 1995, l'approche territoriale est reformulée avec successivement la LOADT de 1995, la LOADDT de 1999¹⁰⁸ et la loi Chevènement de 1999. Cette dernière dont l'objectif est de conduire et d'améliorer la coopération entre communes prend plusieurs formes.

L'intercommunalité, ou la structure en coopération intercommunale, prend la forme d'établissements publics qui rassemblent des communes pour exercer en commun certaines compétences (ex : les transports en commun, la gestion de l'eau ou encore celle des déchets)¹⁰⁹. Dans ce contexte de décentralisation et de développement de l'intercommunalité, les grandes aires urbaines françaises vont progressivement connaître une émergence des pouvoirs métropolitains avec l'évolution des pouvoirs locaux ou encore de leurs capacités d'interventions. A ceci s'ajoute l'augmentation de la population et le développement des activités innovantes et dynamiques qui génèrent des emplois métropolitains supérieurs (EMS). Même si, durant cette période, l'idée d'une hiérarchie de villes exerçant leurs fonctions en cascade, de la capitale à la petite ville, perdure, on assiste à une légère modification de l'influence parisienne¹¹⁰. Cette légère modification s'explique notamment, par une augmentation de la population plus forte dans certaines régions qu'à Paris.

Cependant l'objectif affiché des politiques d'aménagement et de développement du territoire reste un rééquilibrage territorial plus net, comme le montre l'appel à coopération métropolitaine lancée par la DATAR en 2004.

Cet appel fait suite aux travaux du CIADT¹¹¹ des 12 décembre 2002 et 18 décembre 2003¹¹², qui proposent de retenir comme fondement « *une stratégie nationale de*

¹⁰⁷ Assemblée Nationale (Consulté en 2005). La Décentralisation (1789 - 2002), <http://www.assemblee-nationale.fr/histoire/decentralisation.asp>.

¹⁰⁸ LOADT : Loi d'aménagement et de développement du territoire dite loi Pasqua (1995) et LOADDT : Loi d'aménagement et de développement durable du territoire dite loi Voynet (1999).

¹⁰⁹ On recense trois types d'intercommunalité : les communautés de communes, les communautés d'agglomérations (avec au moins 50 000 habitants et une ville-centre qui en compte 15 000) et les communautés urbaines (avec au moins 500 000 habitants).

¹¹⁰ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) et CIADT (Comité Interministériel de l'aménagement et du développement des territoires) (2003). Pour un rayonnement européen des métropoles françaises: Eléments de diagnostic et orientations. Paris, DATAR.

¹¹¹ CIADT : Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire aujourd'hui CICT : Comité Interministériel d'Aménagement et de Compétitivité du Territoire.

¹¹² Ibid.

*renforcement de l'offre métropolitaine de la France en Europe »*¹¹³. Ainsi, le CIADT présente un cadre de réflexion pour la constitution de projets métropolitains. Cet appel à projet métropolitain vise à susciter une coopération entre acteurs à l'échelle des métropoles pour un rayonnement européen.

L'ambition de conforter le rayonnement des métropoles françaises au niveau européen passe par une stratégie initiée par l'Etat, coordonnée par la DATAR, qui s'appuie sur l'idée qu'en renforçant leur fonction économique, sociale, culturelle, les grandes villes seront à même de mieux irriguer ou diffuser sur le territoire¹¹⁴.

3. Projets et coopérations métropolitaines

3.1 La coopération métropolitaine

Pour répondre à l'enjeu qui consiste à conforter le rayonnement des métropoles françaises au niveau européen, l'appel à projet de coopération métropolitaine a pour but « *d'inciter et d'accompagner les acteurs locaux dans leur réflexion sur le potentiel de leur territoire à long terme et à large échelle géographique* »¹¹⁵. A cela s'ajoute une volonté de soutenir ces villes dans leur rôle moteur des économies régionales. Contrairement à ce qui avait été fait avec les métropoles d'équilibre, l'appel repose sur le volontariat des acteurs locaux, même si des conditions à la participation sont imposées.

Ainsi, la première des conditions définit la métropole, comme « *une très grande ville, qui s'exprime par la taille de sa population et celle de l'agglomération qu'elle anime, par son poids économique, politique, social et culturel ainsi que par son pouvoir d'attraction et de diffusion [...] La métropole rassemble [des] fonctions diversifiées, notamment des fonctions tertiaires supérieures. Elle rayonne sur son environnement régional, national et international, et fonctionne en réseau avec les autres grandes villes. Elle comprend les villes moyennes qui l'entourent, avec lesquelles elle entretient des relations d'interdépendance. La métropole est donc un espace de coopération stratégique politique, faisant sens en terme de dynamique*

¹¹³ Lefevre, C. (2004). Les Coopérations métropolitaines en Europe. Paris, DATAR.

¹¹⁴ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) et CIADT (Comité Interministériel de l'aménagement et du développement des territoires) (2003). Pour un rayonnement européen des métropoles françaises: Eléments de diagnostic et orientations. Paris, DATAR.

¹¹⁵ Lefevre, C. (2004). Les Coopérations métropolitaines en Europe. Paris, DATAR.

territoriale »¹¹⁶. Cette définition se traduit par un critère de poids démographique qui vise deux types d'espaces. Les métropoles candidates doivent être des espaces d'au moins 500 000 habitants dans une aire urbaine qui en compte 200 000 au moins. Les espaces concernés peuvent être de deux types :

- « *les vastes régions métropolitaines, organisées autour d'aires urbaines de plus de 500.000 habitants et associant des villes moyennes,*
- *les réseaux de villes structurants totalisant plus de 500.000 habitants, organisés autour d'au moins une aire urbaine de plus de 200.000 habitants* »¹¹⁷.

Au lancement de l'appel, la DATAR envisageait de sélectionner une quinzaine de métropoles candidates avec une dotation allouée, de 3,5 millions d'euros. L'appel composé de deux sessions a d'abord vu la sélection de 6 projets métropolitains, à la fin de la première session pour un total de 16 projets à la fin de la deuxième. En définitive, si on se réfère à la méthode, l'appel à coopération a avancé plusieurs règles avec notamment la définition des espaces concernés.

On compte 16 projets et non 15 car deux projets, celui de la Région Urbaine de Lyon et celui du Sillon Alpin sont rassemblés en un seul sous le nom de Conférence des villes-centres et agglomérations de Rhône-Alpes. Les projets non retenus en première session ont dû apporter des éléments de réponses pour être retenus ou rejetés ensuite. Cependant ces éléments comme les raisons qui ont motivé la DATAR pour demander des compléments sont difficiles à recueillir. Il n'y a pas eu de communication officielle sur ce sujet. Dans les règles définies au départ une quatrième phase s'insère dans la méthode. Une fois le choix formulé des 16 projets, la DATAR pousse certains projets métropolitains contigus à la négociation pour former des « espaces de rencontre » voir de coopération plus large.

Les projets métropolitains issus des candidatures devront être finalisés au cours de l'année 2006 pour une signature des contrats métropolitains en 2007. Les métropoles retenues après les deux sessions figurent dans le tableau suivant.

¹¹⁶ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises. Paris, DATAR.

¹¹⁷ Ibid.

Aires Urbaines	Population 1999*	Appel à Coopération Métropolitaine**
1 Paris	11 174 743	NON CONCERNÉ PAR L'APPEL
2 Lyon (1)	1 648 216	Région Urbaine de Lyon
3 Marseille-Aix	1 516 340	Marseille Provence Métropole Pays d' Aix
4 Lille	1 143 125	Aire Métropolitaine de Lille
5 Toulouse	964 797	Aire Métropolitaine Toulousaine
6 Nice	933 080	Métropole Côte d'Azur
7 Bordeaux	925 253	NON RETENU
8 Nantes	711 120	Espace Métropolitain Loire-Bretagne
9 Strasbourg	612 104	Eurodistrict Strasbourg-Ortenau
10 Toulon	564 823	Aire Toulonnaise
11 Douai-Lens	552 694	Aire Métropolitaine de Lille
12 Rennes	521 188	Espace Métropolitain Loire-Bretagne
13 Rouen	518 316	Métropole Normande
14 Grenoble (1)	514 559	Sillon Alpin
15 Montpellier	459 916	NON RETENU
16 Metz	429 588	Sillon Lorrain
17 Nancy	410 508	Sillon Lorrain
18 Clermont-Ferrand	409 558	Réseau Clermont Auvergne Métropole
19 Valenciennes	339 677	Aire Métropolitaine de Lille
20 Tours	376 374	NON RETENU
21 Caen	370 851	Métropole Normande
22 Orléans	355 811	NON RETENU
23 Angers	332 624	Espace Métropolitain Loire-Bretagne
24 Dijon	326 631	Réseau Métropolitain Rhin-Rhône
...
34 Dunkerque	265 973	Côte d'Opale - Flandre Occidentale Belge
...
41 Annemasse	212 248	Agglomération franco-valdo-genevoise

* Source : Julien, P. (2001). "Les Grandes villes françaises étendent leur influence." INSEE Première n° 766: 4 p.

** DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises. Paris, DATAR.

(1) Les deux espaces métropolitains retenus apparaissent également dans un espace plus large sous le nom de Conférence des villes et agglomérations de Rhône-Alpes

© S. Bozzani, INRETS, 2005

Tableau 1 : Aires urbaines et espaces métropolitains

Force est de constater que toutes les grandes aires urbaines n'ont pas été retenues dans l'appel à coopération. C'est notamment le cas de Bordeaux, au 7^{ème} rang des aires urbaines françaises, ou encore de Montpellier, au 15^{ème}. Aussi, si on se réfère à la définition proposée dans l'appel, cette absence est à souligner et pose question. Est-ce par manque de coordination territoriale que le projet Ecocités d'Aquitaine avec Bordeaux comme métropole tête de réseau a été écarté ? L'espace métropolitain proposé est-il trop étroit ou trop vaste ? Les questions restent posées, car comme on a déjà pu le souligner, on ne dispose d'aucune information officielle sur la motivation du rejet de certains dossiers.

L'appel à coopération métropolitaine basé sur la coordination des acteurs pour un rayonnement des métropoles françaises à l'échelle européenne a-t-il été conçu en envisageant la possibilité que certains espaces soient écartés ? C'est ce que semble montrer le résultat de la deuxième session. Et dans ce contexte, si on se réfère aux travaux antérieurs de la DATAR sur le « polycentrisme maillé » qui se basaient sur ces mêmes idées de coopération des acteurs pour un meilleur rayonnement, l'ambition est du même ordre sans aboutir à un résultat identique. Ce qui est à

souligner ici, c'est la différence de méthode. Le « polycentrisme maillé »¹¹⁸ résulte essentiellement d'un choix fait par l'Etat, alors que les projets métropolitains¹¹⁹ sont une réponse des collectivités territoriales à un appel à coopération lancé par l'Etat.

Le « polycentrisme maillé » fondé sur une stratégie multi-échelles nécessite la coordination des pouvoirs locaux, des pouvoirs régionaux et interrégionaux et propose une lecture de l'espace français en aire d'influence, avec un développement de pôles mis en réseaux¹²⁰. Le polycentrisme va donc favoriser de nouvelles formes de coopérations qui dépassent les découpages administratifs traditionnels ou encore les hiérarchies qui existent entre villes et au-delà entre territoires.

La carte suivante s'attache à montrer que les deux démarches visant la coopération entre les acteurs et le renforcement du rayonnement des villes françaises à une échelle plus vaste, donne des résultats différents.

Avec le « polycentrisme maillé » on aboutit à une lecture du territoire en six grandes aires d'influences ou six grands ensembles structurés en systèmes métropolitains. Ces six grands ensembles que sont le Grand Est, le Grand ouest, le Grand Sud Est, le Grand Sud Ouest, le Bassin Parisien et le Nord, constituent le cadre de réflexion principal du développement de la coopération et des partenariats entre régions, entre métropoles... En France, le polycentrisme est introduit comme un concept unificateur de la politique d'aménagement du territoire. À l'échelle de l'Europe, il l'est aussi¹²¹. Ainsi, le SDEC met en avant clairement le polycentrisme avec comme triple objectif : la cohésion économique et sociale, le développement durable et la compétitivité plus équilibrée du territoire. Le polycentrisme est caractérisé par la constitution de grands pôles de développement qui visent à contrer la tendance monocentrique dénoncée. Il constitue une stratégie de développement spatial qui cherche à concilier efficacité et cohésion ; il permet également de renforcer les systèmes urbains des régions métropolitaines jusqu'aux réseaux de villes.

¹¹⁸ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française. Et Mangin, C. (2002). Les Coopérations Interrégionales. Paris, La Documentation Française, DATAR.

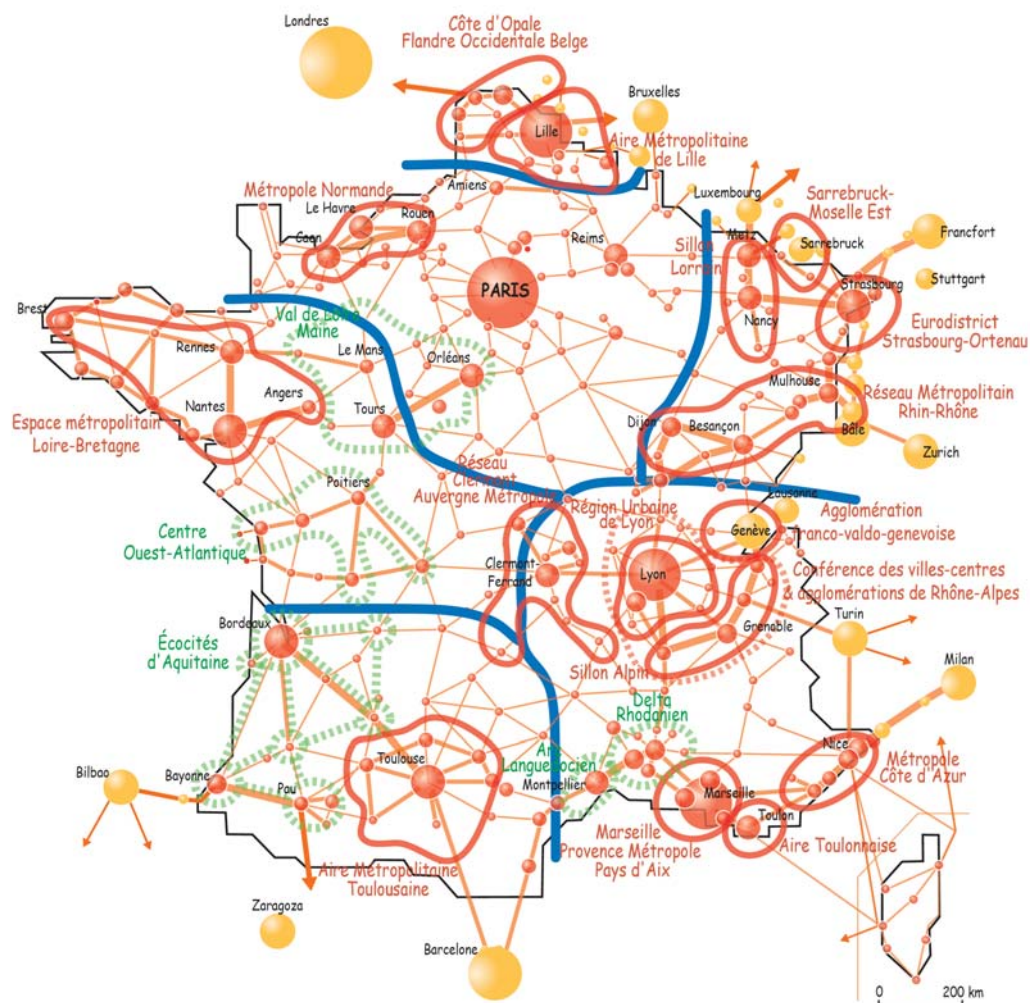
¹¹⁹ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises. Paris, DATAR.

¹²⁰ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française. Et Mangin, C. (2002). Les Coopérations Interrégionales. Paris, La Documentation Française, DATAR.

¹²¹ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

Du point de vue des objectifs, les deux démarches du polycentrisme maillé et de l'appel à coopération métropolitaine, partagent des bases communes. On aurait pu envisager que le résultat des deux processus fut proche. Au contraire, le contraste est grand entre les vastes espaces métropolitains du polycentrisme maillé, et les entités spatiales issues de l'appel à coopération de 2005. La carte, du polycentrisme maillé proposé en 2002, n'aboutit pas à de vastes espaces métropolitains en 2005. On constate en effet, que sur certains grands ensembles définis dans le polycentrisme maillé on obtient après l'appel à coopération plus de 4 projets métropolitains disjoints. Cela montre que pour les systèmes urbains en question, la vision que propose la DATAR, le CIADT¹²² ou l'Etat n'est pas forcément souhaitable et réalisable pour les collectivités territoriales engagées dans le processus de coopération.

¹²² Le CIADT (Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire) est devenu CIIADT le 14 octobre 2005, le D de développement laissant la place au C de compétitivité.



Les six grandes aires d'influence du "Polycentrisme Maillé"

- Le Bassin Parisien
- Le Grand Ouest
- Le Grand Sud-Ouest
- Le Grand Sud-Est
- Le Grand Est
- Le Nord

Taille des Agglomérations



Source : DATAR, 2002.

Réseaux de liens entre les agglomérations



Les projets de Coopération Métropolitaine



Source : DATAR, 2005.

© S. Bozzani, INRETS, 2005

Carte 1 : « Polycentrisme Maillé » et Coopération Métropolitaine

La question de l'interrégion est au cœur de cette problématique de coopération. Le scénario du polycentrisme maillé prônant l'interrégional comme un référent territorial montre ses limites au moment de la réponse faite par certaines collectivités territoriales et plus encore dans la construction des projets métropolitains.

Ainsi, si on observe plus en détail ces projets, on identifie trois échelons : régional, interrégional et transfrontalier comme le montre le tableau suivant.

	Régional	Interrégional	Transfrontalier
Régional	<ul style="list-style-type: none"> • Marseille Provence • Métropole Pays d'Aix • Aire Toulonnaise • Métropole Côte d'Azur • Aire Métropolitaine Toulousaine • Réseau Clermont Auvergne • Métropole Sillon Lorrain • Région Urbaine de Lyon • Sillon Alpin 	<ul style="list-style-type: none"> • Conférence des villes-centres & agglomérations de Rhône-Alpes 	<ul style="list-style-type: none"> • Sarrebruck Moselle Est • Eurodistrict Strasbourg-Ortenau • Agglomération franco-valdo-genevoise
Interrégional		<ul style="list-style-type: none"> • Espace Métropolitain Loire-Bretagne • Métropole Normande 	<ul style="list-style-type: none"> • Réseau Métropolitain Rhin-Rhône • Côte d'Opale Flandre Occidentale Belge • Aire Métropolitaine de Lille

Tableau 2 : Trois échelons dans les projets métropolitains

Ce tableau confirme la forte présence des projets à l'échelle régionale : 50% des projets métropolitains en font partie. Pour les 50% restant, on dépasse les limites administratives des régions ou des frontières nationales. On compte 2 projets interrégionaux, 3 projets transfrontaliers et 3 projets à la fois interrégionaux et transfrontaliers.

Rappelons néanmoins que certains des projets retenus devront coordonner leurs travaux avec d'autres comme le Comité de sélection leur a demandé. A l'image de l'espace métropolitain qui apparaît sous le nom de Conférence des villes-centres et agglomérations de Rhône-Alpes qui regroupe deux projets métropolitains, Région Urbaine de Lyon et Sillon Alpin, et qui associe des villes voisines comme Roanne et Bourg-en-Bresse, les projets retenus devront montrer leur capacité à coopérer. Ce projet de Conférence des villes-centres et agglomérations de Rhône-Alpes est invité à se rapprocher du projet transfrontalier de la métropole franco-valdo-genevoise. De plus, deux espaces régionaux sont invités à développer la dimension transfrontalière de leur projet. Le Sillon Lorrain, d'une part, qui devra à la fois tenir compte de la proximité du Luxembourg et se rapprocher du projet Sarrebruck-Moselle Est, pour coordonner leurs travaux. D'autre part, le projet Métropole Côte d'Azur avec Nice comme tête de réseau devra tenir compte de la proximité de Monaco et de l'Italie. A cela s'ajoute, qu'il a été conseillé à l'Aire Toulonnaise de se rapprocher des projets

autour de Marseille et de Nice. Enfin, le comité de sélection souhaite un rapprochement des projets dans le Nord Pas de calais.

3.2 *Espaces et projets métropolitains*

Dans les espaces métropolitains retenus, on distingue deux caractéristiques majeures. Premièrement, l'espace couvert par les projets n'est pas homogène : toutes les grandes aires urbaines n'ont pas été retenues, comme par exemple Bordeaux. Deuxièmement, certains projets sont invités à intégrer des systèmes voisins. Si cette recommandation est suivie, au final, on devrait aboutir à 10 projets métropolitains.

On ne dispose donc pas de liste stable et établie qui nous permette de distinguer clairement l'ensemble des espaces métropolitains en France. Il faut prendre acte du fait qu'il existe des réalités multiples et qu'à travers les activités économiques, sociales, culturelles et les formes des aires urbaines ainsi que leur statut, on est face à une diversité de métropoles.

De ces constatations, dans le but de construire une base de travail pour la suite de la démarche, on peut proposer une liste non-exhaustive de villes en partant de l'idée que l'on peut recenser plusieurs types de métropoles. L'élaboration de cette liste nécessite auparavant la définition de plusieurs critères.

Sur la carte suivante, intitulée *Espaces et projets métropolitains*, nous proposons de poser différemment la question métropolitaine. Aux limites des aires d'influences du polycentrisme maillé, on ajoute les six projets métropolitains retenus après l'appel à coopération. Figurent ensuite sur la carte, des espaces métropolitains incités à se constituer par rapprochement qui représentent l'ensemble des projets qui sont encouragés à coopérer.

Si on prend l'exemple du Nord de la France, avec deux projets métropolitains retenus auxquels on conseille un rapprochement, on obtient après ce rapprochement un espace plus large caractérisé par sa multipolarité et sa dimension transfrontalière. L'exemple de la région Provence Alpes Côte d'Azur est lui plus complexe. En effet, comme on a déjà pu le souligner, le projet Aire Toulonnaise est fortement incité à se rapprocher des projets métropolitains de Marseille et de Nice.

Conclusion

Le chapitre 1 nous a permis d'évaluer le rôle moteur des villes dans la dynamique des territoires. Partant de l'idée de la volonté de construire un territoire autour de pôles structurants, le questionnement se fait autour de la nature des territoires qui entrent dans l'organisation polycentrique. La mise en lumière des principes du polycentrisme dans les aires métropolitaines a fait l'objet de ce chapitre. Ainsi, dans un premier temps, les formes et les fonctions des métropoles sont étudiées, pour exprimer, ensuite, ces formes dans un contexte national.

L'analyse se positionne au niveau de l'espace mondialisé, où l'étude des villes permet de s'intéresser aux lieux et de s'interroger sur les définitions de la métropole, ses formes et ses fonctions. Dans un premier temps, nous avons renvoyé la métropole à un objet urbain pris dans une trajectoire et une dynamique ce qui nous a conduit à aborder les notions de métropole et de processus de métropolisation. L'idée que la métropolisation n'est pas uniquement un phénomène de croissance urbaine mais un processus qui fonctionne en système fait partie des conclusions. La métropolisation¹²³ renvoie à la concentration et à la maîtrise des pouvoirs décisionnels, économiques, relationnels et culturels. Les fonctions de la métropole assurent son rayonnement et son pouvoir d'attraction. Onze fonctions métropolitaines sont recensées et permettent d'évaluer le niveau de métropolisation qui se mesure en fonction des EMS¹²⁴ ou d'indicateurs¹²⁵ en lien avec ces fonctions.

Le deuxième point de ce chapitre a confronté les villes françaises à la métropolisation. Dans une première étape, l'inventaire des systèmes et des formes urbaines¹²⁶ a permis de s'interroger sur le système urbain français. On a tout d'abord fait référence au caractère monocentrique de l'espace national puis confronté les aires urbaines françaises aux processus de métropolisation dans les politiques d'aménagement du territoire et les travaux de la DATAR. Le travail a été axé sur la volonté de s'inscrire dans une stratégie qui renforcerait l'offre métropolitaine en

¹²³ Lacour, C. et Puissant, S. (1999). La Métropolisation : Croissance, Diversité, Fractures. Paris, Anthropos.

¹²⁴ INSEE (2002). "Onze fonctions pour qualifier les grandes villes." INSEE Première n° 840: 4 p.

¹²⁵ Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). Les Villes européennes : Analyse comparative. Paris, DATAR.

¹²⁶ Bury, J.-C. (2003). Métropoles et structuration des territoires. Paris, Conseil Economique et Social, DATAR: 262 p.

France et s'est basé sur l'appel à coopération métropolitaine, lancé en 2004 par la DATAR¹²⁷.

Ainsi, le troisième point de ce chapitre s'est attaché à présenter le projet d'appel à coopération métropolitaine ainsi que les projets retenus à l'issue de la deuxième session. Il a ensuite été question de confronter le polycentrisme maillé¹²⁸ et la coopération métropolitaine¹²⁹ pour exprimer la difficulté de couvrir l'ensemble du territoire. En effet, le polycentrisme maillé proposait de grands ensembles couvrant l'intégralité du territoire alors que l'appel à coopération métropolitaine se positionne en termes de polycentrisme des aires métropolitaines¹³⁰, piste de travail que nous avons avancé dans le chapitre précédent.

Le chapitre 3 s'inscrit en transition : il introduit les réseaux de transport. Les enjeux métropolitains prennent appui sur la mobilité et les transports. La métropole use de certains réseaux pour rayonner, elle a besoin de se situer au centre d'un réseau d'infrastructure. L'analyse proposée dans ce troisième chapitre, a permis d'inscrire la structuration des réseaux rapides dans le processus de métropolisation.

¹²⁷ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) et CIADT (Comité Interministériel de l'aménagement et du développement des territoires) (2003). Pour un rayonnement européen des métropoles françaises: Eléments de diagnostic et orientations. Paris, DATAR. Et DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises. Paris, DATAR.

¹²⁸ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

¹²⁹ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises. Paris, DATAR.

¹³⁰ Baudelle, G. et Castagnède, B. (2002). Le Polycentrisme en Europe. Paris, DATAR.

Chapitre 3 : Métropolisation et Structuration des réseaux rapides

Introduction

Le chapitre précédent nous a permis d'exposer les réalités multiples des espaces métropolitains français. Nous avons alors recensé plusieurs types de métropoles et d'espaces métropolitains pour exposer les enjeux et les dynamiques actuels. La métropolisation peut être entendue comme l'idée d'une nouvelle territorialité.

Dans ce contexte, les enjeux métropolitains prennent appui sur la mobilité et les transports. La métropole¹³¹ a le devoir d'être au cœur d'un réseau d'infrastructures multimodales accessible en interne, c'est-à-dire à l'ensemble des villes appartenant à la région métropolitaine et accessible en externe, c'est-à-dire accessible aux autres métropoles. L'accessibilité d'une métropole nous renvoie à la structuration des réseaux rapides pour ce qui est de l'accessibilité externe. Cette accessibilité ou rayonnement apparaît comme une condition nécessaire à l'émergence des espaces métropolisés et renvoie à la maîtrise des modes de transport. Lorsqu'on s'intéresse à la mesure du rayonnement d'une métropole, on trouve deux types de mesures : celle du trafic aérien et du potentiel d'échange qui renvoie à une mesure de l'accessibilité et celle concernant le transport maritime le plus souvent à partir tonnage de fret¹³².

Le questionnement que nous posons est alors le suivant : si l'enjeu du rayonnement externe des métropoles est la maîtrise des modes de transport rapides, pourquoi ne considérer que le mode aérien et n'avoir qu'une vision monomodale de l'organisation des réseaux de transport ?

Partant de ce questionnement, on propose d'analyser, dans ce chapitre, la structuration des réseaux rapides qui nous renvoie à la genèse des réseaux. Dans ce premier point, il sera question de revenir sur la notion de réseau, puis sur le décroisement et la transformation de l'usage des réseaux qui soulignent une nouvelle organisation des modes de transport et supposent une nouvelle structuration des territoires.

Dans le second point de ce chapitre, on s'attachera à décrire les évolutions des stratégies et des nouvelles réglementations autour des modes de transport rapides.

¹³¹ Renard, J. (2000). "Nantes, métropole inachevée?" *L'Information Géographique* 2: 117-133.

¹³² Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). *Les Villes européennes : Analyse comparative*. Paris, DATAR.

Ainsi, on verra dans un premier temps, l'évolution du réseau ferroviaire à grande vitesse en France mais aussi en Europe, puis dans un deuxième temps, on s'intéressera au mode aérien vu comme l'outil principal sinon unique de mesure de l'ouverture des métropoles. L'objectif sera d'exprimer les conséquences de la libéralisation et la complexité d'organisation de ce mode. Il sera enfin question d'introduire le développement des liens entre ces deux modes de transport.

1. Les étapes de la morphogenèse en question

La genèse des réseaux renvoie à l'ensemble des étapes à travers lesquelles les réseaux ont été conçus et ont évolué. Dans la perspective d'une analyse de la structuration des réseaux rapides de transport on doit rendre compte de l'évolution de ces réseaux dans l'espace et dans le temps. Puisque l'émergence des espaces métropolitains est liée à la maîtrise des modes de transport et qui plus est des modes rapides, on doit alors s'investir dans une présentation des étapes de l'évolution du fonctionnement des réseaux qui aboutit aujourd'hui à une nouvelle organisation.

Dans un premier temps, nous aborderons la notion de réseau avant d'en décrire les modalités de croissance ainsi que les liens aux territoires. Il s'agira ensuite d'axer le propos sur la structuration des réseaux : vers un réseau multimodal ?

1.1 Définition du réseau

Dans une conception générale, le réseau est considéré à la fois comme « un ensemble de lignes entrelacées ; un ensemble de personnes qui sont en liaison les unes avec les autres ; un groupe de postes de radio travaillant entre eux sur une même longueur d'onde, un ensemble de lignes de communication d'une compagnie de transport ; un système d'ordinateurs interconnectés par des liaisons téléphoniques... »¹³³. Le réseau est une notion pluridimensionnelle.

En géographie, le réseau désigne « un ensemble d'éléments matériels, les infrastructures, et immatériels, électromagnétiques (ondes) ou informationnels, assurant la mise en relation de différents lieux d'un territoire et des entités qui les occupent »¹³⁴. Le réseau exerce donc un rôle majeur sur l'espace. Il naît de la volonté de lier les territoires et de les organiser. Il permet le fonctionnement en système du territoire, il fédère l'espace. Géographes et aménageurs se retrouvent dans cette définition. Et leurs travaux mettent en évidence le développement des liens entre réseaux et territoires.

Le réseau est associé à la diffusion spatiale : l'organisation d'un territoire se fait par la mise en place de celui-ci. Et qu'il s'agisse de réseaux sociaux ou de réseaux de

¹³³ Larousse Lexis (2001).

¹³⁴ Chapelon, L. (1998-2000). GDR Libergéo, HyperGéo : encyclopédie électronique consacrée à l'épistémologie de la Géographie. Réseaux, accessibilité, flux, graphe... <http://libergeo.parisgeo.cnrs.fr/>.

communications, la propagation du réseau sur l'espace aboutit à une organisation plus ou moins efficace. Le réseau est hiérarchisé. Que se soit au travers d'une relation hiérarchique de la métropole à l'espace urbain le plus élémentaire, ou, d'une autoroute vers une route de campagne, la hiérarchie s'exprime à plusieurs niveaux et à plusieurs échelles.

Le maillage du territoire par les réseaux est un élément central. Dans le domaine des transports, le réseau a en charge de relier entre eux des lieux. K.J. Kansky exprime très nettement cette idée, en définissant le réseau comme « un ensemble de lieux géographiques interconnectés dans un système par un certain nombre de lien »¹³⁵. L'évolution et l'organisation des territoires supposent donc une interconnexion des lieux géographiques. Le réseau est pluridimensionnel et s'inscrit sur le territoire de plusieurs façons. Son inscription est décrite par Jean-Marc Offner comme étant, premièrement, spatiale par son tracé et par ces infrastructures, c'est le réseau support. Deuxièmement, l'inscription du réseau est fonctionnelle, par le service fourni, c'est le réseau service. Enfin, l'inscription est organisationnelle, par les points qu'il permet de relier, c'est le réseau de points ou de lignes¹³⁶.

Ce rôle majeur du réseau sur le territoire, nous oblige à revenir sur les modalités de croissance de celui-ci.

1.2 L'Évolution du réseau

L'évolution du réseau jusqu'à maturité est liée aux besoins de mobilité, de communication, d'échange que génèrent les différents territoires et les différents acteurs qui agissent sur ces territoires. L'évolution des territoires et leurs organisations supposent une interconnexion des lieux géographiques. Cette interconnexion des territoires ne peut se faire qu'en présence des réseaux.

La phase de maturité est une phase cruciale de la genèse des réseaux. Selon Jean-Marc Offner¹³⁷, le premier réseau peut être assimilé à un réseau support qui, une fois arrivée à maturité, va permettre le développement d'un deuxième réseau concurrent ou complémentaire du premier.

¹³⁵ Kansky, K. J. (1963). Structure of transportation networks : relationships between network geometry and regional characteristics. Chicago, University of Chicago.

¹³⁶ Offner, J.-M. (1993). "Le Développement des réseaux techniques : un modèle générique." Flux n°13-14 Juillet-Décembre: 11-18.

¹³⁷ Ibid.

À partir du moment où le réseau atteint la phase de maturité, il subit des transformations dans son fonctionnement et / ou dans son organisation, afin de ne pas être effacé par les autres réseaux. Cette étape est liée à la limite d'extension spatiale et d'usage que le réseau atteint lorsqu'il est déclaré mature. Dans ce contexte d'évolution du réseau, et s'agissant des transports, on se trouve dans une conception purement (mono)modale où chaque réseau est en concurrence avec les autres sur la desserte d'un même territoire. Pour ne pas être promis à une disparition, ou plus vraisemblablement à un déclin de son activité provoqué par exemple par l'arrivée à maturité d'autres réseaux, le réseau considéré doit répondre à des besoins de mobilités actuels. Le réseau s'inscrit de façon permanente dans la transformation de son fonctionnement et de son organisation. Cette phase conduit à l'adoption d'une vision non plus (mono)modale mais multimodale puisqu'il compose avec les autres réseaux. Cette phase consiste également à assurer la complémentarité entre les réseaux mais aussi entre les territoires et elle vise à montrer que l'évolution des réseaux conduit à deux types d'articulations.

Ces articulations ont pour conséquence la construction d'un réseau intégré de transport pour une meilleure desserte des territoires, voire une meilleure organisation des territoires. Ainsi, dans le but de synthétiser les modalités de croissance des réseaux, on propose un schéma évolutif sous forme de boucle, puisque ces phases sont susceptibles de se reproduire dans le temps.

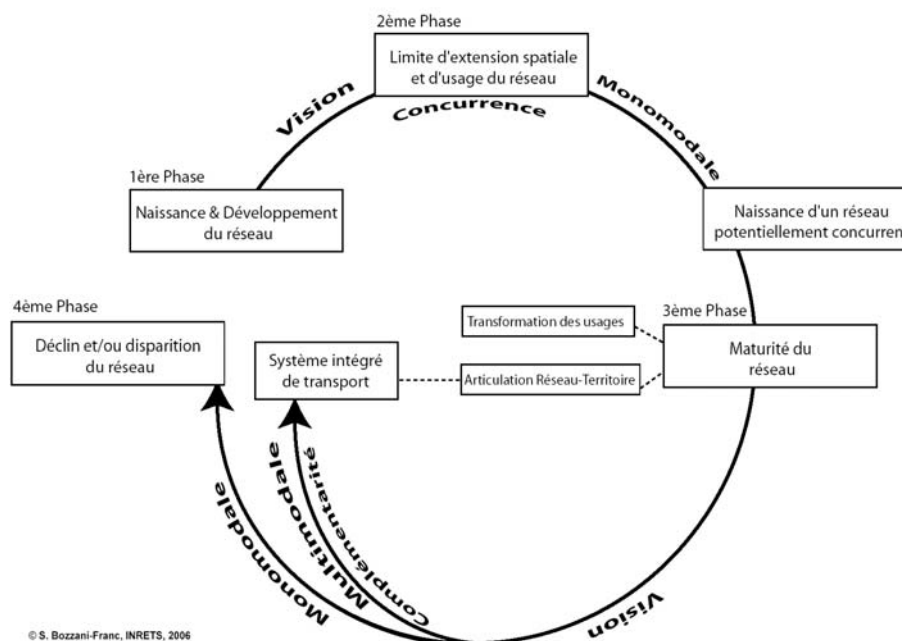


Figure 1 : Modalités de croissance des réseaux

On retrouve dans le schéma toutes les étapes du développement des réseaux. Et par rapport à notre objectif de recherche qui vise à analyser les systèmes de transport rapides dans une vision multimodale et une organisation complémentaire des réseaux de transport, on se positionne au niveau de la phase de maturité. Dans cette phase, les réseaux vont s'articuler dans une perspective de développement complémentaire, une articulation qui a pour ambition de décroiser les réseaux aussi bien que les territoires, c'est-à-dire à offrir un système intégré de transport qui favorise les relations entre territoires.

Le décroissement des réseaux et / ou des territoires renvoie à l'analyse technico-économique des réseaux où l'on travaille « *la capacité des réseaux techniques à servir de support à d'autres réseaux, et même à mettre globalement territoires et sociétés « en réseau »* »¹³⁸.

Finalement, dans notre volonté d'évaluer le rayonnement des métropoles qui passe par une maîtrise des réseaux de transport, on choisit de positionner l'analyse dans une vision multimodale où l'objectif est de répondre à plusieurs interrogations dont celle qui s'intéresse à la possibilité pour des réseaux à grande vitesse de former un système intégré de transport basé sur l'émergence de l'intermodalité aéro-ferroviaire. Toutefois, avant d'apporter des éléments de réponse à cette question, il est nécessaire de pousser plus avant dans la présentation des deux modes retenus dans notre analyse. Ainsi, on propose dans le point qui suit de décrire les évolutions des stratégies et du ferroviaire à grande vitesse d'une part, et de l'aérien, d'autre part.

Ce deuxième point ne nous déconnecte pas de la genèse des réseaux puisque le décroissement et la transformation de l'usage des réseaux nous renvoient à l'analyse de leurs évolutions, qu'elles soient spatiales, fonctionnelles ou organisationnelles¹³⁹.

¹³⁸ Définition des Réseaux Techniques proposé par J-M Offner in :Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin.

¹³⁹ Dupuy, G. (1991). L'Urbanisme des réseaux: Théories et méthodes. Paris, Armand Colin.

2. Grande vitesse ferroviaire, dynamiques des réseaux aériens et organisation territoriale

Avec l'intermodalité, le but des pouvoirs publics et des exploitants, est de permettre un usage combiné de services de transport techniquement ou organisationnellement différents, au moyen d'articulations plus ou moins poussées. A travers l'intermodalité et l'interconnexion on cherche à unifier en un seul réseau de déplacement la multiplicité des réseaux de transport¹⁴⁰. Le développement de l'intermodalité construit pour l'utilisateur une offre supplémentaire, chaque mode ayant un créneau de pertinence. L'intermodalité doit aider à mettre en place une offre intégrée répondant à l'ensemble des besoins de mobilité quotidienne des personnes. En ce sens, elle est un des moyens de répondre au droit de la liberté de circulation par la transparence des frontières techniques et institutionnelles. La complémentarité des modes de transport est une mesure susceptible de minimiser les nuisances occasionnées par un usage incontrôlé de la voiture par exemple et de susciter un transfert modal vers des modes « plus propres »¹⁴¹.

Il faut remarquer que les mutations rapides des modes ferroviaire et aérien de ces dernières années ne sont pas étrangères à l'émergence de la thématique de l'intermodalité. Il est donc important de faire un point de rappel à la fois sur l'évolution des lignes ferroviaires à grande vitesse, mais aussi de mieux cerner les bouleversements que le transport aérien a subis avec les conséquences de la libéralisation. Retenons avant de poursuivre comme le souligne Jean-françois Troin que « *le TGV est au chemin de fer traditionnel ce que l'autoroute est à la route : une simple adaptation du mode transport mais qui apporte puissance, confort, vitesse, sécurité* »¹⁴². Dans ce sens, l'objectif initial des transports rapides est de desservir rapidement des pôles entre eux, à l'image de l'avion qui effectue des liaisons directes d'un aéroport vers un autre. Obéissant au principe de vitesse, le TGV ne peut s'arrêter à chaque ville qu'il rencontre.

¹⁴⁰ Offner, J.-M., Hubert, J.-P., Margail, F. et Zembri, P. (1995). Les Enjeux organisationnels et territoriaux des interconnexions de réseaux de transports collectifs. Paris, CNRS-GDR 903 "Réseaux": 112.

¹⁴¹ Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). Politiques et pratiques d'intermodalité. Paris, GART.

¹⁴² Troin, J.-F. (1995). Rail et aménagement du territoire : Des héritages aux nouveaux défis. Aix-en-Provence, Ed. EPISUD.

Considéré comme un outil d'aménagement du territoire permettant des liaisons point à point entre des villes au départ distantes de 300 à 500 km¹⁴³, il n'a pas vocation à désenclaver l'ensemble du territoire ni de desservir toutes les villes. La desserte du plus grand nombre de villes sur un axe à grande vitesse entraînerait une réduction des vitesses commerciales qui font le principe et le succès du mode. De plus, la multiplication des dessertes ne peut se concevoir de manière réaliste que si la clientèle est présente au point d'arrêt. Cependant, il faut noter que, contrairement à l'avion, le mode ferroviaire classique transporte dans un même train des passagers sur courte mais aussi longue distance. Il est, de ce point de vue, très différent de l'avion, assurant une desserte plus fine de l'espace. A vouloir servir toutes les villes, *« le TGV perd ses atouts et ne remplacera pas la voiture pour de multiples liaisons porte à porte ; à être le plus direct possible, il découragera une partie de la clientèle »*¹⁴⁴. La grande vitesse ferroviaire obéit à un compromis entre la desserte fine du mode ferroviaire classique et les relations de point à point habituelle dans le mode aérien.

Le transport aérien est pour la ville un facteur essentiel de compétitivité, un outil au service du développement économique et touristique local et régional. L'aéroport est un moyen pour la ville de s'intégrer dans les grands réseaux d'échanges internationaux. Il est un point nodal de distribution et d'échanges, une porte d'entrée sur la ville et plus largement sur la région. C'est donc une ouverture sur le monde mais aussi, au niveau local et régional, un pôle économique structurant, créateur et émetteur d'emplois et de richesses. Notons également que c'est un mode qui localement a une emprise au sol relativement importante pour ses infrastructures. Ce mode ponctuel, grand consommateur d'espace aux extrémités de parcours, est repoussé aux limites de la ville : en effet, l'emprise est considérable suivant le type d'avion, la longueur de piste, la zone d'entretien, la zone de parking... dont l'aéroport dispose.

Après ces considérations générales nous allons nous intéresser à l'évolution des lignes ferroviaires à grande vitesse et aux modifications de l'organisation du transport aérien dues aux conséquences de la libéralisation. L'objectif est de montrer que les

¹⁴³ Ibid.

¹⁴⁴ Ibid.

mutations rapides des modes ferroviaire et aérien ces dernières années ne sont pas étrangères à l'émergence de la thématique d'intermodalité TGV-Aérien en France.

2.1 Evolution des lignes ferroviaires à grande vitesse

Depuis le début des années 1980, le transport ferroviaire est redevenu un moyen de transport qui compte sur le territoire français. Cette « renaissance », provoquée par l'introduction d'un train capable de dépasser les 300 km/h et de relier certaines villes aussi bien que l'avion, a profondément modifié le paysage ferroviaire. Le TGV apparaît alors comme un outil d'aménagement du territoire mais aussi comme un outil de revitalisation du mode ferré. Depuis la première mise en service totale d'un tronçon à grande vitesse, en 1983, sur la ligne Paris-Lyon, le TGV ou plus exactement les projets de lignes à grande vitesse se sont diffusés très rapidement sur le territoire national et ont traversé progressivement les frontières pour s'inscrire dans un projet plus large. Il s'agit du réseau européen de trains à grande vitesse, inscrit lui-même dans les réseaux transeuropéens de transports ou RTE-T.

La grande vitesse révèle une profonde mutation de l'espace-temps. En privilégiant les relations de pôle à pôle, la grande vitesse met en avant les nœuds sur le réseau avec notamment l'amélioration de leur accessibilité. D'un autre côté, les espaces traversés sont ignorés : le TGV renforce alors les ségrégations spatiales si la ville non desservie n'est pas bien reliée en pré et post-acheminement à une ville qui dispose du TGV. La constitution du réseau à grande vitesse répond à plusieurs volontés dont celle d'aménager le territoire. En France, le coût des infrastructures a peu tempéré les ambitions d'un aménagement du territoire. Le développement du réseau résulte d'un arbitrage entre la logique commerciale, la rentabilité et la logique de maillage du territoire.

Partant de cette idée d'aménagement, nous nous attacherons dans cette partie à rappeler les quelques dates clés de la constitution du réseau ferroviaire à grande vitesse français. Nous nous intéresserons ensuite à la phase européenne du réseau à grande vitesse. Enfin, dans un dernier point, il sera question de s'intéresser aux liaisons ferroviaires classiques mais surtout à grande vitesse qui viennent relier des villes plus ou moins éloignées à des aéroports internationaux. Nous chercherons

aussi à souligner l'enjeu de ces liaisons pour les villes concernées et pour les territoires.

2.1.1 Le réseau TGV : les quelques dates de la grande vitesse en France

Avant toute tentative d'élaborer un récapitulatif des dates clés de la grande vitesse en France, une question apparaît : qu'est-ce que le train à grande vitesse ?

Nous proposons, avant de recenser toutes les définitions existantes, d'utiliser une définition minimale qui considère comme train à grande vitesse, un mode ferré qui atteint une vitesse d'au moins 250 km/h. La grande vitesse est difficile à définir de manière stricte car elle varie d'un pays à l'autre. Elle inclut l'infrastructure, le matériel et le mode d'exploitation. En ce qui concerne la vitesse proprement dite, soit la vitesse des trains sur la voie, l'Union Européenne retient une vitesse égale ou supérieure à 250 km/h¹⁴⁵. La circulation de ces trains se fait à la fois sur des voies spéciales aménagées pour la grande vitesse et sur les voies classiques où le train adopte une vitesse modérée. Sur les voies classiques la circulation des trains grande vitesse nécessite des lignes électrifiées¹⁴⁶.

En France, subissant la pression de plus en plus forte du transport aérien et du transport routier, en 1966, la SNCF (Société Nationale des Chemins de fer Français) décide la création d'un service de recherche qui permettra quelques années plus tard le renouveau du rail français. Auparavant, après de nombreuses décennies (1820-1930) qui ont vu la forte croissance du mode ferré classique, on atteint plus de 40 000 km de voies (42 600 km en 1932). L'ensemble des voies est alors exploitées par cinq grandes compagnies (Est, Nord, Paris-Orléans, Paris-Lyon-Méditerranée et Midi), ainsi qu'une compagnie d'Etat qui se rajoute à la liste plus tardivement et qui par rachat de lignes ou saisie de réseau prend de l'envergure (appropriation du réseau Ouest en 1909). Les années 1930 annoncent la fin de la croissance du réseau, avec la crise économique ainsi que le développement du mode routier. Les compagnies ferroviaires endettées subissent les conséquences de leur volonté de développer un mode qui se diffuse de manière homogène sur le territoire. A la suite

¹⁴⁵ Union Internationale des Chemins de fer (UIC) (2005). Grande vitesse - Tout savoir sur la GV : Définitions, <http://www2.uic.asso.fr>. **consulté en 2005**.

¹⁴⁶ Cinotti, E. et Treboul, J.-B. (2000). Les TGV Européens. Paris, PUF Que sais-je ?

de ce constat, les lignes secondaires et les lignes les moins rentables, confrontées directement à la concurrence de la route, sont fermées. En 1938, c'est l'Etat en créant la SNCF qui reprend la gestion et l'exploitation du réseau ferroviaire français. De 1945 à 1965, on s'attache à reconstruire le réseau, très éprouvé après la seconde guerre mondiale. Mais en prolongement de la logique enclenchée avant guerre, le réseau ferré, confronté à l'avion et à la route, voit chaque année le nombre de kilomètre de lignes exploitées diminuer (42 600 km vers 1930, 41 300 km en 1950, 36 530 km en 1970, 34070 km en 1990 et 31 980 km en 2005). Si le réseau en service diminue, il se modernise avec l'électrification des lignes les plus rentables qui permettent aux TGV de circuler sur les voies classiques. En 1995, les lignes électrifiées représentaient un peu plus de 13 000 km pour 14 500 aujourd'hui.

Malgré la modernisation du réseau et du matériel, la SNCF renforce la qualité de service offerte sans pour autant réussir à supplanter les autres modes qui disposent eux d'une plus grande liberté à la fois technique et commerciale¹⁴⁷. Les années 1960, sont annonciatrices du tournant que prend la SNCF : en 1966 le service de la recherche est créé, avec le projet « CO3 » qui envisage les possibilités du ferroviaire sur une nouvelle infrastructure. Le projet qui aboutit au TGV est lancé. Le choix de créer des liaisons ferroviaires rapides entre les villes est pris, d'une part, sous l'influence des essais de l'Aérotrain, que la SNCF a voulu contrer et d'autre part, par le développement de la grande vitesse ferroviaire au Japon puis en Italie. L'Aérotrain, crée en 1957 par Jean Bertin, qui figure sur la photo ci-dessous, constitue une nouvelle approche. Considéré comme un train, il est guidé par des coussins d'air horizontaux et verticaux qui glissent sur une voie en béton.

¹⁴⁷ Troin, J.-F. (1995). Rail et aménagement du territoire : Des héritages aux nouveaux défis. Aix-en-Provence, Ed. EPISUD.



Figure 2 : l'Aérotrain, le 180-HV, accueillant 80 passagers¹⁴⁸.

En test de 1965 à 1977 sur une ligne de 18,5 km près d'Orléans en direction de Paris, l'Aérotrain atteignait une vitesse de 250 km/h. Cette technique fut abandonnée pour des raisons économiques et des problèmes d'exploitation au profit du projet de TGV soutenu par la SNCF. C'est pourtant bien la réussite de l'Aérotrain mais aussi la mise en service de la ligne grande vitesse, en 1964, au Japon avec le Shinkansen, qui pousse la SNCF à envisager la grande vitesse. La création du service recherche en est le point de départ et trois étapes vont être nécessaires pour aboutir au TGV.

C'est en 1969 que le projet d'une desserte du grand sud-est de la France à grande vitesse et à fréquence élevée est avancé et transmis aux autorités organisatrices. En 1970, le projet obtient les faveurs des politiques : en 1971, le projet CO3, possibilités ferroviaires sur infrastructures nouvelles, est accepté en comité interministériel et lance concrètement l'aventure TGV¹⁴⁹. Tous les acteurs sont d'accord et estiment que ce train doit circuler sur une ligne dédiée. L'objectif est à la fois d'atteindre des vitesses plus élevées et de désengorger certaines lignes existantes. Très rapidement les recherches sur le prototype commencent et en 1972, on dispose de rames thermiques qui atteignent une vitesse de 318 km/h (TGV 001). En 1974, sont adoptées les rames du futur TGV. C'est également cette même année que le Ministre des transports, Pierre Messmer, engage la France dans la construction de sa première ligne à grande vitesse en préconisant l'usage de la traction électrique. Ces choix initiaux découlent d'une analyse des effets négatifs du choc pétrolier de

¹⁴⁸ Le projet de chemin de fer suspendu : l'Aérotrain français, consulté en 2005, <http://www.juergen-koerner.de/home.htm>

¹⁴⁹ <http://www.sncf.com>, <http://www.public-histoire.com> consulté en 2003.

1973 remettant en cause les données économiques de certains modes¹⁵⁰, comme l'avion et la route.

a) Le premier TGV, le TGV Sud-est : « Vitesse, Intercité et désaturation »

Le premier service à grande vitesse français, le TGV Sud Est doit relier Paris à Lyon en deux heures est mis en route. Ce choix s'explique par la saturation préoccupante de cet axe nord-sud, traversé à la fois par du trafic voyageur et par celui des marchandises. La décision finale de construire cet axe fut donc prise en Conseil des Ministres en 1974 et le projet fut déclaré d'utilité publique (DUP) en mars 1976.

Sa mise en service intervient en deux étapes : une première tranche en septembre 1981, permettant la liaison Paris-Lyon en 2h50, et une deuxième en septembre 1983 ramenant la liaison à 2h00. Avec une vitesse commerciale de 270 km/h, il obtient un véritable succès. Le trafic connaît une augmentation continue, et la SNCF vient alors de gagner une première bataille : reconquérir une part des usagers du transport aérien. Car cette mise en service va marginaliser l'usage de l'avion sur la liaison Paris-Lyon. C'est donc bien une réussite pour la SNCF qui avait, rappelons-le, comme objectif de créer une liaison capable de concurrencer l'avion. Parmi les objectifs fixés au départ, le TGV répond aux attentes : il transporte les passagers au-delà des lignes qui lui sont dédiées, en combinant vitesse, sécurité et confort. La ligne permet en 1984, la mise en service de liaisons Paris-Province via Lyon et de liaisons Province-Province.

La réussite de cette relation pousse les autorités organisatrices à repenser le territoire avec le TGV. La SNCF se lance alors dans l'étude d'une desserte ferroviaire rapide sur la façade atlantique. S'ensuit alors la multiplication des projets de ligne à grande vitesse (LGV) avec une demande très forte de la part des régions et des villes qui souhaitent être intégrées dans les projets. C'est ce contexte qui aboutit au Schéma Directeur des lignes ferroviaires à grande vitesse de 1991¹⁵¹.

¹⁵⁰ Bernheim, A. (2002). "La Grande vitesse faillit bien ne pas naître." Revue générale du chemin de fer février 2002: 7-12.

¹⁵¹ L'Hostis, A. (1997). Images de synthèse pour l'Aménagement du territoire: La déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 500.

b) De la multiplication des projets de ligne à grande vitesse à la naissance des gares d'interconnexion :

Très vite considéré comme une alternative à l'aérien et même à l'automobile, le TGV s'est inséré dans les politiques d'aménagement et de développement des territoires. Le succès remporté par le TGV Sud-est ouvre la voie non seulement à des projets d'extension vers la Méditerranée, mais aussi à de nouvelles lignes selon trois axes majeurs : le nord et la Belgique, l'Alsace et la façade Atlantique. Quatre axes que nous allons maintenant explorer.

- **Le TGV Atlantique :**

Déclaré d'utilité publique (DUP) en 1984, après le rapport de la Commission Rudeau (1982) et la décision du Conseil des ministres en 1983, l'impact du TGV Atlantique eut un effet plus modeste sur le report modal, même si comme pour le Paris-Lyon certaines lignes classiques étaient saturées (Paris-Le Mans ou Paris-Tours). Mis en service en 1989, avec une vitesse de 300 km/h, il est le reflet du dynamisme et des progrès du TGV. Mise en service totalement en 1990, la ligne relie Paris à Tours en 1h00 et Paris à Bordeaux en 3h00. Il est toutefois considéré dès le départ comme moins rentable par rapport à la ligne Paris-Lyon, car la zone desservie et l'activité économique est moins importante que dans le Sud-est. Ces éléments combinés avec une conjoncture défavorable au moment de la mise en service font du TGV Atlantique un succès plus modeste que celui de la ligne Sud-est. La SNCF, l'Etat et les collectivités impliquées, devant cette réussite un peu moins triomphante ne remettent pourtant pas en question tous les projets d'aménagement de LGV. Au contraire, ils voient dans le TGV un outil d'aménagement du territoire permettant la desserte du territoire national se prolongeant vers les pays voisins.

- **D'une série de ligne à la constitution d'un réseau : la création du réseau à grande vitesse français :**

La fin des années 1980 et le début des années 1990 montrent la volonté de réaliser un réseau TGV en France, avec en 1991 le Schéma Directeur des lignes ferroviaires à grande vitesse. En effet, durant cette période, les décisions et les projets se multiplient. Deux logiques se complètent, même si à la base elles n'ont pas un

objectif similaire. La SNCF veut donner l'impulsion à ce réseau pour éviter que les passagers ne se reportent à nouveau sur l'aérien et sur le réseau autoroutier de plus en plus maillé. L'Etat veut quant à lui aménager le territoire. Ainsi, entre 1986 et 1987, trois décisions importantes sont prises :

- 1986 : le contournement Est de Lyon,
- 1987 : la création de la gare de connexion périphérique de Lyon-Satolas / St-Exupéry,
- 1987 : la ligne TGV Nord Europe.

Ces trois décisions expriment également une volonté que le réseau ne soit pas uniquement centré sur Paris et puisse bénéficier aux relations province-province.

- Le contournement Est de Lyon et la création de la gare de connexion périphérique de Lyon-Satolas / St-Exupéry :

Le couloir Rhodanien étant de plus en plus encombré autant par la route que par le chemin de fer classique et à grande vitesse, en 1986, la SNCF envisage le contournement Est de Lyon par le TGV. Désaturation et desserte d'agglomération sont les objectifs de ce contournement. A ce moment là, il n'est nullement question de construire une gare à l'extérieur de la ville. Pourtant le 9 octobre 1987, par un arrêté ministériel, la décision est prise de construire la gare de Satolas, aujourd'hui Saint-Exupéry à proximité de l'aéroport. Le premier pôle multimodal français est lancé. Avec l'arrivée du TGV dans l'aéroport couplée à une desserte autoroutière performante, l'aéroport de Saint-Exupéry doit devenir une plate-forme multimodale. La volonté de la région Rhône-Alpes de développer une politique de complémentarité entre les différents réseaux de transport a pesé dans la balance, car la région s'est fortement engagée dans le financement du projet (270 millions de francs de l'époque sur un total de 750 millions).

En 1992, le contournement est mis partiellement en service : sur les 117 km, 40 km sont aménagés pour la grande vitesse. Le deuxième tronçon, situé au cœur du futur réseau européen initié par l'Union Européenne et du projet « d'autoroute ferroviaire » franco-italien qui a pour but de relier Lyon à Turin, est activé en juillet 1994, quelques jours après l'inauguration de la gare TGV de Lyon-Satolas / St-Exupéry, le 28 juin 1994.

Dans la genèse du réseau TGV français, la gare TGV de Lyon-Satolas / St-Exupéry devient la première plate-forme multimodale : elle allie une gare grande vitesse à un aéroport qui opère à l'échelle européenne. La volonté de la région Rhône-Alpes était et de développer une politique de complémentarité entre les différents réseaux de transport¹⁵². L'objectif qui est assigné à la gare est de conforter la plate-forme aéroportuaire, pour concurrencer Genève mais aussi pour faire de Saint-Exupéry l'aéroport international du Sud Est français. Avec un coût total de 152 millions d'euros, financé par la région Rhône-Alpes, la SNCF, le département du Rhône ainsi que la Chambre de Commerce et d'Industrie de Lyon (CCIL), la gare TGV n'a pas répondu aux espoirs et aux ambitions qui avaient soutenu le projet. En effet, elle paraît aujourd'hui en termes de fréquentation bien en dessous de ce qu'on pouvait en attendre. Aujourd'hui, la gare de Saint-Exupéry n'accueille que des TGV et la fréquence de desserte est faible. Seule une augmentation du niveau de fréquence du TGV Méditerranée et la perspective du TGV Rhin-Rhône sont susceptibles de modifier cet état de fait. En fonction de cela, l'aéroport pourrait élargir son aire d'influence terrestre et devenir un aéroport interrégional pour le Grand Sud-est.

- Le TGV Nord Europe, le barreau d'interconnexion en Ile de France et la « gare-aéroport » de Roissy Charles de Gaulle :

Après l'équipement de l'axe majeur et le plus saturé, après la ligne d'aménagement de l'Ouest, le TGV Nord, dont le projet avait été évoqué antérieurement à celui de la ligne Sud-est arrive sur l'agenda. Il est porté par l'enjeu européen et c'est en 1984, avec un rapport sur la viabilité financière d'une LGV Paris-Bruxelles-Cologne, que le projet prend forme. En 1987, la décision officielle de la construction de la ligne est prise. Parallèlement, la décision de construire le Tunnel sous la Manche est officialisée par le traité de Canterbury (29/07/1987).

En 1993, la LGV entre Paris et Lille, mettant les deux villes à une heure l'une de l'autre, et le Tunnel sous la Manche, quelques mois plus tard, sont mis en service. En 1995, la section Lille-Bruxelles est lancée avec simultanément la modernisation

¹⁵² Le développement de cette politique de complémentarité entre les modes vise à accueillir sur la plate-forme aéroportuaire : avion, TGV, voiture, réseau « SATOBUS » (Bus) et projet « SATORAIL » aujourd'hui projet « LESLYS » en cours de réalisation. Ce dernier consiste en une ligne de Tramway qui circulera de façon alternée avec la ligne urbaine de tramway Lea : Lyon Part-Dieu / Meyzieu ZI. LESLYS effectuera une liaison quasi-directe entre la gare de Lyon Part-Dieu et l'aéroport de Saint Exupéry, toutes les 15 minutes en heures de pointe, pour un trajet de 25 minutes sur les 23,2 km.

des lignes Aix-la-Chapelle-Cologne-Rotterdam-Amsterdam suivi de la ligne Louvain-Liège en 1998. A la même époque, les projets européens fleurissent avec d'une part les projets nationaux et d'autre part, la constitution du réseau européen de la grande vitesse ferroviaire. Ainsi en 2000, le réseau français constituait 48% du réseau européen à grande vitesse devant l'Allemagne qui représentait 22%¹⁵³.

L'étape suivante, en 1987 concerne la création d'un « axe d'intraconnexion »¹⁵⁴ en Ile-de-France. L'accord pour le contournement Est-parisien est signé en avril 1990. Cet axe renvoie à l'idée que l'on n'est plus dans la création de lignes déconnectées entre elles, mais bien dans la création d'un véritable réseau de la grande vitesse. Au contournement s'ajoute la création de nouvelles gares qui permettent la desserte de l'Est de la région parisienne, dont celle de Roissy Charles de Gaulle.

Entre la gare de Roissy Charles de Gaulle et celle de Lyon-Saint-Exupéry, les dates d'inauguration s'enchaînent puisque Roissy TGV fut inauguré le 2 novembre 1994. Cette gare est financée pour les deux tiers par la SNCF, puis Aéroport de Paris (ADP) et la région Ile-de-France, pour un total de 285 millions d'Euros. La ligne de contournement mise en service en mai 1994 permet de relier Lyon à Lille sans rupture de charge dans les gares parisiennes en un peu plus de 3 heures.

L'intérêt pour ADP (Aéroports de Paris) est d'élargir l'hinterland de l'aéroport, d'établir un véritable « hub » multimodal où les passagers afflueraient par TGV et non plus seulement par vols domestiques, par automobile ou par trains urbains. De plus, ce branchement sur le TGV apparaît pour ADP comme un élément de solution aux limites imposées par le ministère des transports pour contenir les nuisances locales du trafic aérien¹⁵⁵. La création de cette gare est donc un atout majeur pour l'aéroport et continue de pousser ADP et les compagnies aériennes à procéder à des alliances avec la SNCF. Des accords sont conclus dès l'ouverture de la gare en novembre 1994, avec la signature du premier partenariat intermodal établi entre la

¹⁵³ Réseau Ferré de France (RFF) (2005). Gestionnaires des infrastructures ferroviaires, <http://www.rff.fr>. **Consulté en 2005.**

¹⁵⁴ On préférera le terme « d'axe d'intraconnexion » à celui de « Barreau d'interconnexion » : terme utilisé par la SNCF pour décrire cette ligne qui va supprimer les ruptures de charge dans les gares parisiennes pour les liaisons Province-Province du Nord vers le Sud. Intraconnexion plutôt qu'interconnexion car le premier exprime un changement de véhicule au sein d'un même mode alors qu'interconnexion désigne ce même changement entre des réseaux de nature différentes.

¹⁵⁵ Seuil de 55 millions de passagers par an fixé à Roissy CDG par le Ministre de l'équipement, des Transport et du logement de l'époque, M. Jean-Claude Gayssot (1997).

SNCF et la compagnie Air France : les deux compagnies lancent le service *tgvoir*, qui propose aux voyageurs d'obtenir un billet combiné et un pré-enregistrement en gare¹⁵⁶. Outre la compagnie Air France, *tgvoir* est disponible en correspondance avec plusieurs autres compagnies, acteurs importants sur l'aéroport de Roissy CDG : American Airlines, Continental Airlines, Cathay Pacific, United Airlines et Qatar Airways.

Pour la SNCF, l'intérêt consiste en l'élargissement de la zone d'influence du mode ferroviaire. Les passagers sont acheminés en TGV jusqu'à la gare-aéroport de Roissy CDG pour emprunter ensuite des avions les conduisant au bout du monde. La SNCF par les partenariats avec les compagnies aériennes peut ainsi faire apparaître le TGV au-delà des frontières matérielles de son réseau.

Enfin, l'intérêt d'une telle coopération pour l'Etat comme pour les acteurs de la région est de contribuer à répondre aux problèmes des nuisances aériennes, qui renvoient à une meilleure utilisation des modes.

Ainsi, il existe aujourd'hui en France, deux nœuds d'interconnexion air-fer à grande vitesse. Toutefois, il faut préciser que Roissy CDG surclasse nettement Lyon Saint-Exupéry. D'une part l'aéroport de Roissy CDG est le premier aéroport français, d'autre part, il constitue un nœud d'interconnexion complet du point de vue des échelles spatiales qu'il met en relation. Roissy CDG offre la possibilité d'une desserte locale, régionale, nationale et internationale, la gare de Roissy donnant l'accès au RER et au TGV, tandis que l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry ne permet pas une desserte à l'échelle locale de même ordre. La question à régler aujourd'hui pour Roissy CDG, reste la mise en place d'une relation ville-aéroport plus efficace car dès 1998, dans deux études réalisées par la SNCF et Réseau Ferré de France (RFF) d'une part et ADP d'autre part, on démontrait l'intérêt de desservir Paris en créant une ligne dédiée.

Pour concrétiser ce projet, les trois opérateurs se sont réunis en 2000 en un groupement d'intérêt économique, le *GIE CDG-Express*. L'objectif du regroupement

¹⁵⁶ En 2005, le service *tgvoir* est proposé sur les parcours TGV qui relient la gare Aéroport Charles-de-Gaulle TGV aux gares de : Aix-en-Provence TGV, Angers Saint-Laud, Avignon TGV, Bordeaux Saint-Jean, Le Mans, Lille-Europe, Lyon Part-Dieu, Marseille Saint-Charles, Montpellier, St Roch, Nantes, Nîmes, Poitiers, Rennes, Saint-Pierre-des-Corps (Tours) et Valence TGV.

consiste notamment à explorer les infrastructures et les aménagements existants et à réaliser. Encore à l'étude, ce projet devrait être déclaré d'utilité publique en 2006 pour une mise en service en 2012 et pour une desserte de Paris depuis l'aéroport en 20mn, toutes les 15 mn.

Si la construction de « l'axe d'intraconnexion » a ouvert la possibilité de créer une gare TGV dans l'aéroport de Roissy CDG, elle a également permis l'accélération de la connexion des différents réseaux évoqués jusqu'ici. Cette « intraconnexion » des réseaux TGV en Ile de France s'est faite par étapes successives et reste encore inachevée aujourd'hui. La première, en 1991, a consisté en la création de la gare de Massy TGV, permettant le rattachement du TGV Sud-est au TGV Atlantique : la liaison entre les deux lignes s'effectue sur des voies classiques partagées avec un trafic local. La deuxième, en 1994, avec la mise en service de la ligne nouvelle qui contourne Paris par l'Est et qui permet la jonction du TGV Nord et celui du Sud-est avec la création de deux gares nouvelles, Roissy CDG et Marne la Vallée Chessy. Enfin, la troisième étape, qui consiste à construire « l'axe d'intraconnexion » Sud sur voies nouvelles, selon le même principe que l'intraconnexion Est reste à faire. Depuis 1996, devant l'opposition de certains acteurs locaux, le projet ne peut aboutir. Pourtant ce lien est essentiel pour mieux connecter les réseaux Atlantique, Nord et Sud-est. L'utilisation de la voie classique pour assurer la jonction est un frein à la construction d'un réseau maillé efficace.

Sur le plan international, la LGV Nord a également permis le franchissement des frontières nationales vers Londres depuis 1994 et vers Bruxelles depuis 1996. Ces deux dernières dessertes seront traitées plus loin. Cependant, la construction du réseau national à grande vitesse ne s'arrête pas là, l'étape suivante étant la mise en service du TGV Méditerranée.

- Le TGV Méditerranée

Inscrite dans le schéma directeur des liaisons ferroviaires à grande vitesse de 1991, la décision de construire la ligne à grande vitesse Méditerranée prolongement du TGV Sud-est est prise en 1993. Ce choix repousse la construction des autres projets et notamment celui du TGV Est qui connaît de nombreux problèmes (tracé, financement...). Devant le succès de la ligne Sud-est, le manque de capacité

apparaît vite et la demande pour le prolongement de la ligne en direction de Marseille, d'une part, et Montpellier, d'autre part, se fait de plus en plus pressante. Mettre ces deux villes à 3 heures de Paris leur permettant un gain de temps de presque 2 heures est un enjeu pour le sud-est.

Les études lancées en 1989 aboutissent avec la confirmation de la construction du TGV Méditerranée prise par le Comité Interministériel en septembre 1993. La DUP suit la décision et arrive en juin 1994. Entre 1994 et la mise en service du TGV Méditerranée en 2001, plusieurs DUP concernant la construction de gares nouvelles à l'extérieur des villes sont prises : Valence TGV en 1996, Avignon TGV en 1996 également et Aix-en-Provence TGV en 1997.

Ces gares de passages ou « gares-bis » sont implantées le long des LGV. Créées pour éviter d'emprunter systématiquement les lignes classiques pour rejoindre le centre-ville, elles permettent un gain de temps en évitant la traversée des agglomérations. Néanmoins, elles pénalisent aussi fortement le réseau à grande vitesse, puisqu'elles tendent à le déconnecter du réseau ferroviaire classique et des lignes de transports urbains.

La mise en service de la ligne, le 10 juin 2001, vers Marseille d'une part et Montpellier d'autre part, met ces deux villes à 3h00 de la capitale et met Marseille à 1h00 de Lyon. Dès son lancement, la ligne accueille plus de 60 000 voyageurs par jours. Pourtant, il reste difficile de mesurer la réalité du report modal de l'avion vers le TGV. Comme le montre le tableau ci-dessous, on ne dispose que d'une estimation des trafics reportés.

Trafic reporté de l'avion sur le TGV en 2000		
Estimation du trafic reporté de l'avion sur le TGV en 2000 en millions de voyageurs annuels		
Source	LGV Sud-Est (Paris-Lyon - mise en service en 1983 -*)	
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic Ile-de-France - Rhône Alpes	2,3
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic Ile-de-France - Sud-Est (PACA+LR)	1,2
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic international Paris-Genève	0,4
	TOTAL LGV Sud-Est	3,8
Source	LGV Atlantique (mise en service en 1990 -*)	
Bilan a posteriori du TGVA pour 1996 puis estimation SNCF novembre 2003	Trafic Ile-de-France - Ouest et Sud-Ouest	2,0
	TOTAL LGV Atlantique	2,0
Source	LGV Rhône Alpes (contournement de Lyon - mise en service en 1994 -*)	
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic Ile-de-France - Rhône Alpes	0,2
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic Ile-de-France - Sud-Est (PACA+LR)	0,8
	TOTAL LGV Rhône Alpes	1,0
Source	LGV Interconnexion (mise en service en 1996 -*)	
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic Interconnexion Ile de France - Province	0,2
	TOTAL LGV Interconnexion	0,2
Source	LGV Nord (mise en service en 1993)	
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic Ile-de-France - Lille	0,0
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic international Eurostar	2,6
Estimation SNCF novembre 2003	Trafic international Thalys	0,2
	TOTAL LGV Nord + Tunnel	2,9
	TOTAL reporté Avion sur TGV en 2000	9,9

Tableau 3 : Estimation du trafic aérien reporté sur le TGV en 2000¹⁵⁷, source SNCF.

Ce tableau estime un report total de 9,9 millions de passagers de l'avion vers le train, ce qui correspond à peu près au trafic annuel de l'aéroport de Nice Côte d'Azur. En annexe du rapport sur la multimodalité avion-TGV, on trouve une évaluation du trafic sur les lignes aériennes concurrencées par le TGV¹⁵⁸. A ces éléments, on peut ajouter une étude faite par le magazine « Villes et Transports »¹⁵⁹ qui met en avant, qu'après quatre années d'exploitation le TGV Méditerranée sur la liaison Marseille-Paris, dans les deux sens de circulation, réalise 66% de part de marché comme le montre le tableau ci-dessous.

	SNCF	Air France (avec pré et post-acheminement)
Durée de voyage	3 heures	20 min + 1 h 15 + 20 min (Orly) = 1 h 55 20 min + 1 h 25 + 30 min (Roissy CDG) = 2 h 15
Nombre de liaisons par jour	18 directs sur un total de 26	25 dont 19 au départ de Orly (La Navette)
Coût moyen du billet A/R	145,40 €	147 €
Prix maxi	245,40 €	428 €
Prix mini	38 €	41 €
Part de marché	66%	34%

Source SNCF, complété par l'auteur

Tableau 4 : Liaison Marseille-Paris, la suprématie du TGV, extrait de Huit liaisons Paris-province à la loupe, publié en 2005 et complété par l'auteur.

¹⁵⁷ Tableau (annexe 10) extrait de : Guyard, M., Chapulut, J.-N. et Ranfaing, D. (2004). Multimodalité Avion-TGV. Paris, Ministère de l'équipement, des transports, de l'aménagement du territoire, du tourisme et de la mer. La Documentation Française: 166 p. (* les dates de mise en service indiquées sont celles des mises en services des derniers tronçons).

¹⁵⁸ Ibid. p. 69-76

¹⁵⁹ Nangeroni, C. (2005). "Huit liaisons Paris-Province à la loupe." *Villes et Transports, Les Editions de la Vie du Rail Hebdomadaire* du 4 mai 2005: 4 p.

La mise en service du TGV Méditerranée rapproche le sud de la France de l'Europe du nord et un nouveau pas vers un réseau TGV à grande échelle est franchi.

En 2005, avec un total de 1402 km de lignes aménagées pour la grande vitesse, le réseau TGV tisse sa toile progressivement. Toutefois, si on se réfère à l'ambition décrite dans le schéma directeur des liaisons ferroviaires à grande vitesse de 1991, le réseau n'a pas encore atteint sa maturité. Ce constat nous amène alors à nous demander si le schéma est toujours d'actualité ?

c) Les lignes futures :

Les différents schémas de transport proposés ces dernières années révèlent cette volonté de poursuivre la construction du réseau TGV à l'échelle de la France mais aussi à celle de l'Europe. Pourtant le nombre de ces projets, en France, est revu à la baisse : après le schéma directeur des liaisons ferroviaires à grande vitesse de 1991, qui présentait 16 projets de LGV dont le TGV Méditerranée et le TGV Est ; en 2003, le Comité interministériel d'Aménagement du territoire (CIADT) dans un document intitulé « 50 grands projets, pour une France attractive dans une Europe dynamique »¹⁶⁰, nous propose 8 projets de LGV dont la seconde phase du TGV Est, la première étant sur le point de se terminer. Sur les 14 projets qui restent à construire du schéma directeur des liaisons ferroviaires à grande vitesse de 1991, en 2003 le CIADT n'en retient plus que 8. Le schéma directeur des liaisons ferroviaires à grande vitesse de 1991, n'est donc plus d'actualité. Toutefois, le réseau continue sa progression et le maillage du territoire reste l'objectif.

• Le TGV Est Européen

Présentée comme une LGV au service de l'aménagement du territoire, voire un « TGV Politique »¹⁶¹ cette ligne représente une nouvelle étape, significative, de la construction du réseau européen de la grande vitesse, après le franchissement de la Manche pour rejoindre Londres et de la frontière belge pour rejoindre Bruxelles. En

¹⁶⁰ Comité Interministériel de l'Aménagement et du Développement des Territoires (CIADT) (2003). 50 grands projets, pour une France attractive dans une Europe dynamique. Paris, Ministère délégué à l'Aménagement du Territoire: 73 p.

¹⁶¹ Troin, J.-F. (1995). Rail et aménagement du territoire : Des héritages aux nouveaux défis. Aix-en-Provence, Ed. EPISUD.

effet, cette ligne permettra à terme une desserte nationale mais surtout internationale vers le Luxembourg, l'Allemagne et la Suisse.



Carte 3 : LGV Est Européenne dans son intégralité et ses prolongements (source RFF)¹⁶².

L'étude lancée en 1985 n'aboutit qu'en 1996 avec la signature de la DUP qui fait suite à de nombreux accords quant à une participation financière par le Luxembourg en 1992, ou encore, cette même année, une coordination de la construction des infrastructures pour l'Allemagne. Le projet est reconnu comme prioritaire lors du sommet européen d'Essen de 1994¹⁶³. Construite en deux phases, la mise en service du premier tronçon de la ligne est prévue pour l'été 2007¹⁶⁴.

- Le premier tronçon qui représente 300 km, profitera d'une vitesse supérieure aux autres lignes françaises, puisque les TGV y circuleront à 320 km/h, grâce à une nouvelle génération de matériel roulant. Cette première phase traversera trois régions : l'Ile de France, la Champagne-Ardenne et la Lorraine. Les villes de Reims, Metz et Nancy y apparaîtront comme des nœuds de réseaux. Modifiant profondément la géographie des distance-temps, Reims sera à 45 mn de Paris au lieu de 1h35, tandis que Metz et Nancy seront à 1h30 au lieu de 2h45 actuellement. De plus, ces trois principales villes bénéficieront d'un accès à

¹⁶² Carte consultée en 2005 sur le site : <http://www.rff.fr>

¹⁶³ Conseil Européen (1994). Conseil Européen Réunion des 9 et 10 décembre 1994 à Essen Conclusions de la présidence,, http://www.senat.fr/europe/essen_1994.pdf. Consulté en 2005.

¹⁶⁴ Assayag, V. (2002). "Le Projet TGV Est européen." *Revue générale du chemin de fer* **Mars 2002**: 177-184.

l'aéroport international de Roissy CDG qui mettra la ville de Reims à 30 minutes de l'aéroport et celles de Metz et Nancy à 1h10¹⁶⁵.

Comme ce fut le cas pour le TGV méditerranée, la LGV Est Européenne intègre la réalisation de plusieurs gares périphériques. Les TGV desserviront à la fois les gares centrales pour les relations Paris-Province et les gares périphériques qui servent pour les relations Province-Province, comme c'est le cas pour Valence ou Avignon. Ainsi, trois gares sont en cours de réalisation : la gare Champagne TGV près de Reims, la gare Meuse TGV, enfin la troisième gare, Lorraine TGV entre Nancy et Metz et qui à terme permettra la bifurcation vers l'Allemagne et le Luxembourg via la ville de Metz¹⁶⁶.

- Le deuxième tronçon, de la gare Lorraine à Strasbourg, qui reliera Paris à Strasbourg, mettra à terme ces deux villes à 1h50 au lieu de 2h20 en 2007 et 4h00 aujourd'hui. Cette deuxième phase sera l'occasion de connecter le système TGV et celui de l'ICE (train à grande vitesse Allemand).

A cette fin, le passage des TGV sur voie Allemande et inversement comportera une phase d'homologation du matériel roulant sur les deux réseaux, un aménagement des voies pour relier Strasbourg à Kehl en Allemagne, étapes nécessaires à l'établissement d'une véritable coopération pour établir une grille de desserte commune¹⁶⁷.

Le coût du projet dans sa globalité est évalué à plus de 3 milliards d'euros. Ce qui est important à souligner ici, c'est le poids de l'investissement des collectivités concernées par le tracé, qui représente 700 millions d'euros¹⁶⁸, soit presque ¼ des 3 milliards d'euros.

La date de mise en service de la totalité de la ligne n'est pas définitivement arrêtée. Il est vraisemblable que les travaux de la seconde phase ne débuteront qu'à partir de 2010. Dans cette mise en service de la seconde phase, donner une meilleure

¹⁶⁵ SNCF (2005). "TGV Est Européen : une nouvelle proximité pour 37 millions d'européens." Dossier de presse: 9 p.

¹⁶⁶ Ibid.

¹⁶⁷ Comité Interministériel de l'Aménagement et du Développement des Territoires (CIADT) (2003). 50 grands projets, pour une France attractive dans une Europe dynamique. Paris, Ministère délégué à l'Aménagement du Territoire: 73 p.

¹⁶⁸ Site consulté en 2005 : <http://www.lgv-est.com/>

desserte à Strasbourg est un des éléments majeurs. En effet, le CIADT dans son rapport du 18 décembre 2003¹⁶⁹, exprime la volonté de conforter la vocation européenne de Strasbourg, ce qui conforte l'idée d'un « TGV Politique » avancée par Jean-François Troin¹⁷⁰. Les sept autres projets de grande vitesse évoqués dans le document, s'inscrivent dans une logique de prolongement des réseaux existants ou de connexions de morceaux de réseaux.

- **Les projets de lignes futures**

Comme nous venons de le voir, au total 8 LGV figurent dans les grands projets de la France. A cela s'ajoute les projets qui sont déjà acceptés ou en cours d'acceptation, comme le montre la carte suivante.

¹⁶⁹ CIADT (2003). 50 grands projets, pour une France attractive dans une Europe dynamique. Paris, Ministère délégué à l'Aménagement du Territoire: 73 p.

¹⁷⁰ Troin, J.-F. (1995). Rail et aménagement du territoire : Des héritages aux nouveaux défis. Aix-en-Provence, Ed. EPISUD.



Carte 4 : Les principaux grands projets ferroviaires¹⁷¹

Parmi les LGV présentées comme des projets d'infrastructures, plusieurs d'entre elles ont été approuvées comme des projets prioritaires et ont fait l'objet d'une

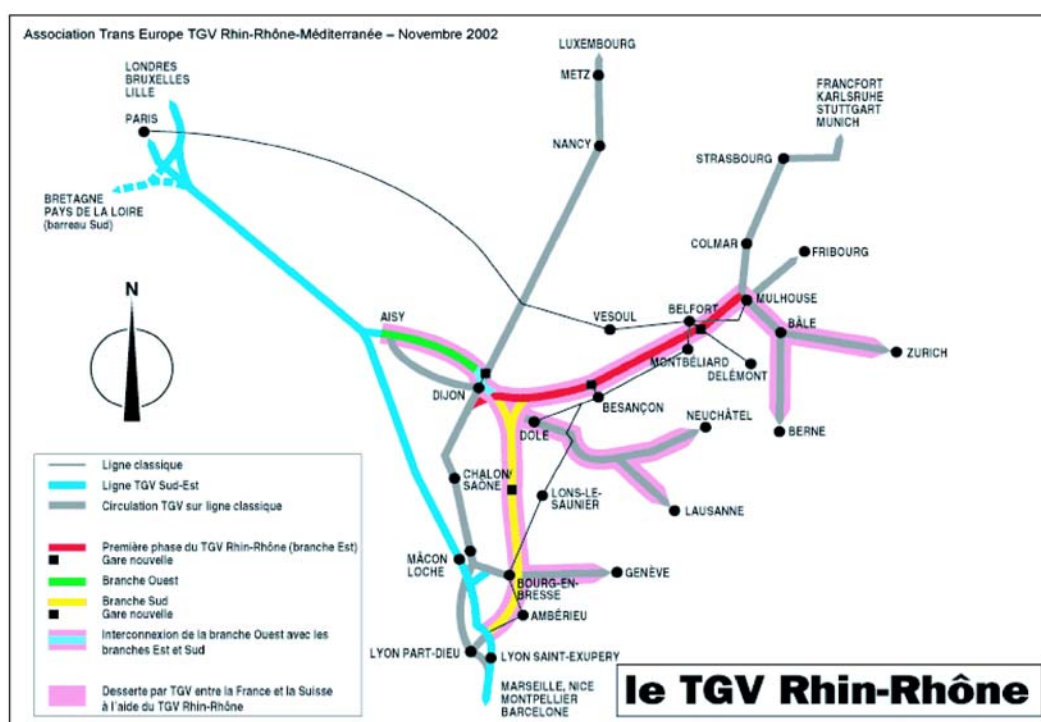
¹⁷¹ Site consulté en 2005 : http://www.rff.fr/biblio_pdf/dos_p_27012004_projets.pdf

déclaration d'utilité publique. Ainsi nous proposons de distinguer les projets DUP des autres LGV envisagées.

- Les tracés DUP :

- Le TGV Rhin-Rhône : défini comme une étoile à trois branches : Est, Ouest et Sud. La ligne a pour but de relier Mulhouse à Dijon (Branche Est) se prolongeant ensuite vers l'Allemagne et la Suisse sur ligne classique, vers Paris (Branche Ouest) et vers Lyon (Branche Sud). Ainsi, ce projet apparaît comme la possibilité pour ce territoire de se relier à un réseau déjà existant. Découpée en trois sous projets distincts, seule la branche Est du TGV Rhin-Rhône a fait l'objet d'une DUP en 2002, inscrite comme ligne prioritaire. D'une longueur de 189 km, les travaux devraient commencer en 2006.

Les deux autres branches, sont encore à l'étude, comme l'illustre la carte suivante. La finalité du projet est de relier la France à la Suisse avec la grande vitesse.



Carte 5 : TGV Rhin-Rhône une étoile à trois branches¹⁷²

¹⁷² Site consulté en 2005 : <http://www.ass-tgv-rhin-rhone.net/>

□ La LGV Perpignan-Barcelone, qui figure sur la carte suivante, est elle aussi définie comme un projet prioritaire. Cette ligne aura deux vocations. Premièrement, elle assurera la circulation des voyageurs avec un net gain de temps, 50 mn au lieu de 2h45 entre Perpignan et Barcelone. Deuxièmement, la ligne assurera également la circulation du fret. Déclaré d'utilité publique en 2001, cette ligne exige de nombreux aménagements. D'abord la ligne nécessite le franchissement des Pyrénées, ensuite, l'aménagement de nouvelles gares voyageurs et fret, enfin, elle nécessite une mise en correspondance de l'écartement des voies du côté espagnol. Néanmoins, le raccordement au reste du réseau TGV français, est lié à deux autres tronçons.



Carte 6 : TGV Perpignan-Barcelone¹⁷³

La première phase du TGV Languedoc Roussillon (phase Perpignan-Barcelone) est en cours de construction, pour une mise en service en 2009. La DUP concernant le contournement de Nîmes et Montpellier est intervenu le 18 mai 2005 pour une mise en service prévu vers 2010. La date de mise en service du dernier tronçon qui court sur 148 km entre Montpellier et Perpignan est elle indéterminée, alors que la saturation de l'actuelle ligne classique est déjà reconnue.

¹⁷³ Site consulté en 2005 : <http://www.lignenouvelle-languedocroussillon.org>

Le cas de cette LGV nous permet de souligner l'idée que l'objectif d'un réseau performant tout autant qu'efficace ne peut se satisfaire d'un réseau discontinu. La principale ambition de tous les acteurs doit alors permettre la mise en chantier des maillons manquants afin d'obtenir un maillage cohérent du territoire. Dans ce contexte, la description des lignes en projet est l'étape suivante logique, afin de mieux se rendre compte des liens importants qui restent à réaliser.

- Les tracés retenus comme projet :

Le tableau suivant présente brièvement, l'ensemble des projets de LGV proposées ou déjà adoptées :

Ligne à grande vitesse	Dates « clé » ou échéances
TGV PACA	21/02/2005 Ouverture du débat public
TGV Lyon-Turin	Deux sections : <input type="checkbox"/> Section française : Lyon-Sillon Alpin <input type="checkbox"/> Section internationale : Montmélian-Turin 2006 Lancement des enquêtes pour la DUP Entre 2012 et 2015 Mise en service prévue
TGV Bretagne-Pays de la Loire	2005 Fin de l'avant projet sommaire (APS) 2006 DUP prévu 2009 Lancement des travaux
TGV Sud-Europe-Atlantique	2005 Fin des études APS 2008 Lancement des travaux 2013 Mise en service prévue pour Angoulême-Bordeaux 2016 Mise en service prévue pour Tours-Angoulême
TGV Bordeaux-Toulouse	2005 Lancement du débat public
Interconnexion TGV au Sud de l'Ile de France	2004 Lancement des études fonctionnelles avant le débat public

Tableau 5 : Les lignes futures¹⁷⁴

Il faut noter que les projets évoqués ici, sont tous revendiqués par les régions concernées. Le TGV permet le renforcement de l'armature urbaine, mais il accentue aussi la marginalisation de certains espaces.

La connexion des trois réseaux autour de Paris constitue un véritable nœud de réseau qui ceinture la capitale, à l'image d'un réseau étoilé. Un réseau étoilé auquel

¹⁷⁴ Comité Interministériel de l'Aménagement et du Développement des Territoires (CIADT) (2003). 50 grands projets, pour une France attractive dans une Europe dynamique. Paris, Ministère délégué à l'Aménagement du Territoire: 73 p.

il manque une branche, permettant un lien grande vitesse vers la Normandie jusqu'à l'écartée des projets et qui semble non prioritaire par rapport à l'ensemble des projets retenus. Cependant, ce réseau affirme la centralité parisienne. De ce point de vue, l'organisation territoriale qu'il renforce est bien celle d'une plus grande centralisation du territoire national.

Si la place de pivot qu'on promet au TGV se vérifie et que le réseau TGV français devient un point de passage obligé des relations Nord-Sud et Est-Ouest en Europe on peut s'interroger : premièrement, sur la place du réseau à grande vitesse français dans celui de l'Europe ; deuxièmement, on peut s'interroger sur la place que prendront les aéroports qui n'ont pas une activité internationale face à la concurrence des TGV. Si le TGV est assimilé à un outil d'aménagement du territoire, en France, il apparaît que certains territoires sont oubliés. Dans la perspective d'un réseau européen de la grande vitesse la centralité de Paris et celle de Lyon ne relègue-t-elle pas le reste du réseau ? La transformation du paysage ferroviaire national est incontestable, mais qu'en est-il de la construction d'un réseau européen de la grande vitesse ?

2.1.2 Le réseau européen

Comme on a déjà pu le dire pour le réseau français, le réseau européen à grande vitesse marque la renaissance ou plus exactement le renouveau du rail, cette fois à l'échelle européenne. Même si le rail est resté pendant longtemps le seul mode de transport à longue distance, avec une véritable « fièvre » pour le chemin de fer, sur la période 1830-1914, il a entre 1920-1960, subi une crise réelle. Sur cette dernière période, en France, le rail a perdu 50% de ses passagers. Cette crise a pour principale cause la concurrence des « nouveaux » modes, route et air. Ce n'est que dans les années 1960 et jusqu'à aujourd'hui que cette nouvelle période, voit le renouveau du rail avec la grande vitesse. Une des raisons essentielles de ce succès étant que le train devient, dans sa forme grande vitesse, aussi rapide que l'avion de centre-ville à centre-ville et sur des distances de plus en plus longues.

La structuration des réseaux est un des éléments clé du bon fonctionnement des échanges au sein de l'Union Européenne. Par structuration, on entend un réseau qui soit cohérent et continu. Mais cette cohérence suppose que pour un bon

fonctionnement du réseau européen, il faut une harmonisation des réseaux qui prenne en compte l'infrastructure, le matériel roulant, la signalisation... Comme pour la France, le réseau ferroviaire à grande vitesse européen envisagé est continu, maillé, avec des fréquences importantes permettant de relier les principales métropoles. Là aussi il n'est pas question de voir le système ferroviaire à grande vitesse remplir le rôle d'un omnibus desservant l'ensemble des villes qu'il croise. A l'horizon 2020, on peut envisager que les principaux projets seront terminés : la carte suivante montre le chemin qu'il reste à faire jusque là.

Si on étudie la carte ci-dessous, qui tient compte de l'évolution du réseau jusqu'à l'horizon 2020, on remarque que cette évolution se fait par la réalisation de tronçons non continus ou morceaux de réseaux. Le raccordement des lignes entre elles est une étape secondaire, qui est sans doute très coûteuse et dont on peut se demander à quel horizon temporel on peut envisager sa réalisation.



Carte 7 : Le réseau ferroviaire à grande vitesse européen à l'horizon 2020¹⁷⁵

Pour comprendre la situation actuelle, il est nécessaire de se placer dans la perspective historique de la construction européenne. L'Europe ferroviaire moderne se dessine à partir de 1957, dans le traité de Rome qui met en route la politique

¹⁷⁵ Site consulté en 2005 : <http://www.rff.fr>

commune des transports. La première phase de l'Europe à grande vitesse commence avec la création de la ligne du TGV Sud-est, en 1983. Ce premier succès pousse la France, la Belgique, l'Allemagne et les Pays Bas à se réunir au début des années 1980 pour l'étude des relations Paris-Bruxelles-Amsterdam (PBA) et Paris-Bruxelles-Cologne-Amsterdam (PBKA).

C'est en 1986 que le premier signal est donné par la Commission Européenne avec la publication d'un rapport intitulé « Vers un réseau européen de trains à grande vitesse ». En 1988, la SNCF et la Deutsche Bundesbahn (DB) sont chargées par l'Europe des 12 de travailler à cette Europe de la grande vitesse. Les deux compagnies livrent le premier rapport, qui sera en quelque sorte l'acte fondateur du réseau TGV européen.

En janvier 1989, les conclusions de ce rapport sont présentées aux instances européennes : le réseau européen de la grande vitesse y est considéré comme incontournable pour le fonctionnement de l'Europe des 12.

Parallèlement, en 1988, un groupe de professionnels du transport ferroviaire est invité par le Conseil des Ministres des Transports à construire le futur schéma du réseau des transports à grande vitesse et à établir la priorité des LGV sur les 15 années à venir. En 1990, le premier schéma directeur des LGV est livré. Il propose la création de 9000 km de lignes nouvelles qui concernent 14 projets de lignes dont 6 sont liés à la France. En 1993, le Conseil Européen décide la réalisation de réseaux transeuropéens et les 14 projets du schéma directeur y sont intégrés. A ces 14 projets s'ajoutent 9 autres qui découlent de cette réflexion menée sur les réseaux transeuropéens. L'ensemble de ces projets sera confirmé au sommet européen d'Essen en décembre 1994. A cette date, sur un total de 23, 14 sont considérés prioritaires avec des travaux commencés ou devant commencer avant la fin 1996¹⁷⁶.

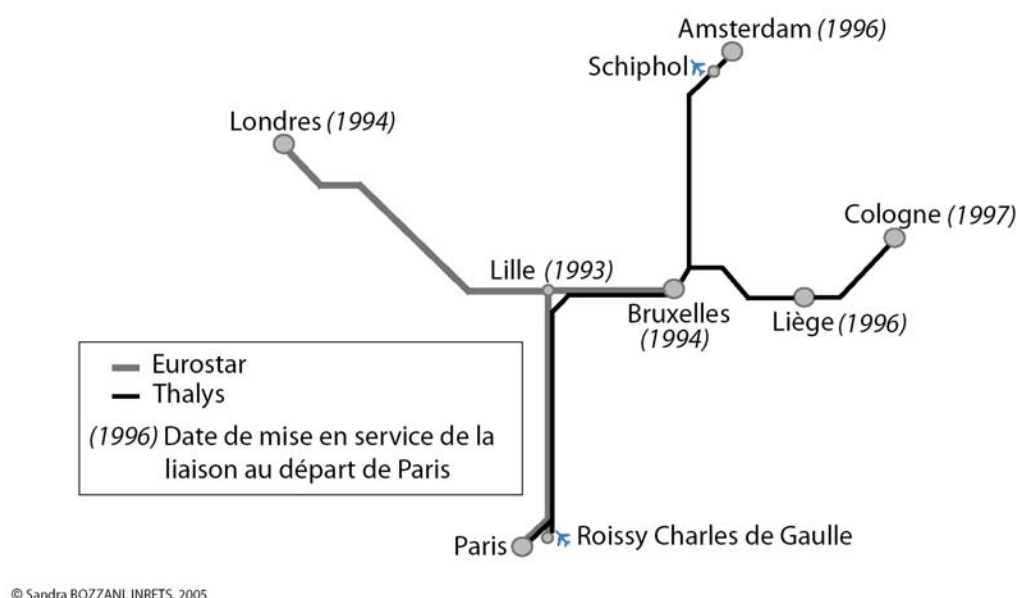
Les rapports et les discussions se succèdent pour qu'en 1995, on en arrive à un deuxième schéma directeur prolongeant la vision des réseaux transeuropéens à l'horizon 2010. Avant même l'impulsion donnée par la Commission Européenne, deux lignes à caractère transfrontalier n'en étaient plus au stade de projet. Il s'agit,

¹⁷⁶ Conseil Européen (1994). Conseil Européen Réunion des 9 et 10 décembre 1994 à Essen Conclusions de la présidence,, http://www.senat.fr/europe/essen_1994.pdf. **Consulté en 2005.**

premièrement, de la construction du Tunnel sous la Manche et la mise en circulation des *Eurostar* entre Paris et Londres qui intervient en 1994 et deuxièmement, de la mise en service des *Thalys* entre Paris et Bruxelles qui démarre également en 1994¹⁷⁷.

a) *Eurostar et Thalys*

La naissance d'un projet de réseau TGV en France et notamment la décision de construire la LGV Nord Europe en 1987 envisageait le raccordement des lignes nouvelles aux pays limitrophes, comme le montre la carte suivante. Ainsi, avec l'accord franco-britannique de réalisation du Tunnel sous la Manche conclu en 1986, un élan supplémentaire est donné à la ligne du TGV Nord¹⁷⁸. Cette ligne s'arrêtera aux portes du Tunnel : le projet TGV Nord approuvé en 1990 est inauguré en mai 1994. Il permet quelques mois plus tard le début des relations transmanche puisque l'*Eurostar* est mis en service en novembre 1994. Les relations Paris-Londres et Bruxelles-Londres sont activées, à la même période. Ces deux relations ne sont cependant pas intégralement assurées à grande vitesse à ce moment.



Carte 8 : Raccordement de la ligne du TGV Nord aux pays limitrophes

En effet, pour la ligne Paris-Bruxelles, la grande vitesse de bout en bout n'intervient qu'en 1997 avec l'ouverture de la LGV entre Bruxelles et la frontière française. Pour

¹⁷⁷ Cinotti, E. et Treboul, J.-B. (2000). Les TGV Européens. Paris, PUF Que sais-je ?

¹⁷⁸ Ibid.

la liaison Paris-Londres, à grande vitesse dès 1993 jusqu'à Calais, la ligne ne permet pas une grande vitesse jusqu'à Londres. Il faut attendre 2003 pour assister à la mise en service du premier tronçon de 74 km entre Folkestone et Fawkhams Junction. La mise en service du deuxième tronçon, prévue en 2007 permettra l'arrivée des Eurostar dans Londres et fera gagner 20 mn supplémentaires sur les liaisons Paris-Londres soit 2h20 au lieu de 2h40 aujourd'hui¹⁷⁹.

L'Eurostar comme le Thalys sont des marques déposées, tout comme le TGV. Mais si le TGV est opéré par la SNCF, Eurostar et Thalys correspondent à des entreprises distinctes. Ils désignent à la fois un train à grande vitesse et un service d'exploitation. Le Thalys mis en service en 1996 sur les relations Paris-Bruxelles-Amsterdam et Paris-Bruxelles-Liège ne circule pas à grande vitesse sur la totalité des lignes. Comme on l'a déjà dit plus haut, c'est à partir de 1997 que la liaison Paris-Bruxelles se fait totalement à grande vitesse. La poursuite des LGV vers Amsterdam et vers Cologne sont les principaux projets à grande vitesse de la Belgique. Ainsi, le réseau à grande vitesse Belge s'articule autour de trois lignes centrées sur Bruxelles :

- ❑ Branche Ouest : de Bruxelles vers la France, mise en service en 1997.
- ❑ Branche Est : de Bruxelles vers l'Allemagne, mise en service prévue en 2007.
- ❑ Branche Nord : de Bruxelles vers les Pays Bas, mise en service prévue en 2007.

Le tableau suivant illustre, à terme, les temps de parcours au départ de Bruxelles :

Destination	Distance	1995	1996	1998	2000	2003	à terme*	gain
Amsterdam	226 km	2h55	2h45	2h39	2h38	2h38	1h39	1h16
Cologne	227 km	2h55	2h34	2h32	2h32	2h24	1h39	1h16
Lille	107 km	1h23	1h12	0h38	0h38	0h33	0h43	0h50
Londres	375 km	3h15	3h15	2h40	2h40	2h25	2h00	1h15
Lyon	732 km	-	4h26	3h58	3h34	3h30	3h30	1h26
Marseille	1091 km	-	7h03	6h40	6h40	5h20	4h45	2h18
Montpellier	1087 km	-	6h42	6h08	6h08	5h40	4h50	1h52
Paris	314 km	2h14	1h58	1h25	1h25	1h20	1h20	0h54

*A l'horizon 2007, après réalisation de tous les projets

Tableau 6 : Evolution des principaux temps de parcours au départ de Bruxelles¹⁸⁰

¹⁷⁹ Sites consultés en 2005 : <http://www.transports.equipements.gouv.fr> et http://www.litra.ch/Ausw_F/PD/J2004/PD0410_1.htm

¹⁸⁰ Le tableau est extrait du site consulté en 2005 : <http://www.belrail.be/F/tgv/tgv.html>

Les lignes Paris-Bruxelles et Paris-Londres marquent le commencement de la grande vitesse à l'échelle européenne. Pour exister, le réseau à grande vitesse doit être un réseau structuré. De ce point de vue, la multiplication des projets de lignes, encouragée par les instances européennes, est un point positif pour l'extension du réseau. Si on se réfère à la vision proposée du réseau en 2020, on aboutit à un maillage relativement performant, centralisé sur des pôles majeurs que l'on peut déjà identifier : Paris, Bruxelles, Francfort, Lyon, Madrid et Milan. Toutefois, toute l'architecture d'un réseau structuré repose sur l'articulation des morceaux de réseau qui seront source d'une meilleure accessibilité entre les villes.

b) Les autres réseaux à grande vitesse...

Dans une logique qu'a connue le cas français, les réseaux à grande vitesse des pays voisins tentent de se structurer à l'échelle nationale avant d'établir les lignes d'intraconnexion avec les pays limitrophes. Suite aux travaux de la Commission Européenne dans les années 1980, les projets et la mise en service des lignes se sont multipliés dans toute l'Europe et même au-delà des pays membres de l'Union Européenne.

Les tableaux en annexe présentant l'évolution des lignes des pays les plus avancés dans la grande vitesse, proposent un rappel chronologique de la croissance de ces réseaux et de leur extension future. Il ne s'agit pas ici de faire l'inventaire des LGV pays par pays mais plutôt d'insister sur les dates clés de la grande vitesse dans les pays concernés, ainsi que leurs liens avec les pays voisins.

Toutefois avant de présenter ces tableaux, il est nécessaire d'évoquer la réalité de la grande vitesse à l'échelle européenne, en l'abordant par la diversité des vitesses pratiquées. En effet, les définitions de la grande vitesse sont nombreuses et variées¹⁸¹. La grande vitesse ferroviaire est habituellement associée à trois éléments que sont l'infrastructure, le matériel roulant ainsi que le mode d'exploitation.

□ L'infrastructure combine à la fois des lignes créées pour la grande vitesse à partir de 250 km/h, mais aussi l'aménagement de lignes existantes permettant des vitesses maximum de 200 à 220 km/h. Ces dernières, ne seront qualifiées de lignes à grande vitesse que si et seulement si d'une part elles permettent un gain de temps

¹⁸¹ Site consulté en 2005 : <http://www2.uic.asso.fr>, définitions de la grande vitesse.

par rapport aux lignes antérieures, et d'autre part si ces lignes à 200-220 km/h sont aménagées en continuité d'une ligne nouvelle ou pour le franchissement des contraintes topographiques qui ne permettent pas la réalisation d'une ligne nouvelle.

□ Le matériel roulant, doit bénéficier des dernières technologies. Ce matériel est conçu pour supporter des vitesses de 250 à plus de 300 km/h sur les lignes nouvelles. C'est le cas des TGV, Eurostar, Thalys ou encore ICE. C'est aussi un matériel qui circule sur des voies aménagées pour la grande vitesse et qui supporte des vitesses moindres, de 180 à 220 km/h. C'est le cas du X2000 en Suède, du Talgo 200 ou encore de l'ICN, et c'est le cas également du matériel pendulaire.

□ Le mode d'exploitation. Ce troisième élément est sans doute le plus complexe car il reflète la multiplicité des cas de figures de la grande vitesse. Gestionnaire d'infrastructures et opérateurs définissent leur système à grande vitesse. On en recense quatre types :

- Dans le premier type de système à grande vitesse, les lignes à grande vitesse ne sont parcourues que par des trains à grande vitesse et ceux-ci ne circulent que sur les LGV ; il n'y a pas d'interconnectivité entre le système à grande vitesse et le système ferroviaire classique. C'est-à-dire que les deux systèmes sont complètement indépendants.
- Le deuxième type de système ferroviaire à grande vitesse introduit la possibilité pour les trains à grande vitesse de circuler sur les lignes classiques. L'interconnectivité du réseau est ici partielle. Ce système est notamment celui de la France avec le TGV qui circule sur voie spécifique et sur voie classique.
- Le troisième type de système à grande vitesse répond au cas inverse du deuxième système. En effet, il permet aux trains classiques de circuler sur les lignes à grande vitesse, mais à vitesse moins élevée. C'est le cas par exemple de l'Espagne avec des lignes grande vitesse qui accueillent sur leurs voies des trains à vitesse inférieure, comme le Talgo 200.
- Le dernier type de système à grande vitesse est le plus complet car tous les types de trains circulent sur l'ensemble des lignes. Les réseaux Allemands et Italiens (sur Rome et Florence) sont dans ce cas de figure.

En pratique, les trains bénéficient de l'appellation de grande vitesse au Danemark avec une vitesse de 180 km/h et en France avec une vitesse commerciale comprise entre 270 km/h et 320 km/h pour la ligne du TGV Est encore en construction.

Face à la grande diversité des situations et dans le but de saisir les dynamiques de la LGV, nous avons écarté délibérément les lignes de moins de 250 km/h, soit les lignes aménagées qui ne sont généralement pas branchées sur des lignes nouvelles. Dans cette acception restrictive, les pays écartés apparaissent comme des cas particuliers lorsqu'on les compare à la France ou encore à l'Allemagne.

Effectivement, le cas de la Suisse se distingue par le fait que la desserte à grande vitesse est en provenance des pays limitrophes, France, Allemagne ou encore Italie. Si la volonté de la Suisse est de se raccorder à l'Europe de la grande vitesse, dans les faits, on ne constate ni lignes dédiées existantes, ni projets à l'intérieur des frontières helvétiques pour des vitesses supérieures à 250 km/h. Le réseau ferroviaire très dense à quoi s'ajoute la topographie du pays nécessiterait de lourds investissements en infrastructures ce qui contribue à expliquer cette situation. C'est donc plus dans la modernisation et l'aménagement de lignes existantes que la Suisse trouvera sa place dans l'Europe de la grande vitesse, avec des vitesses maximum de 250 km/h¹⁸².

Le cas des pays scandinaves est aussi particulier. En effet, le Danemark, la Finlande, la Norvège et la Suède pour des raisons liées à l'organisation du système urbain développent depuis la fin des années 1990, un réseau ferroviaire à grande vitesse. Là encore, comme pour la Suisse, si on parle de réseau à grande vitesse, celui-ci consiste principalement en l'aménagement des lignes déjà présentes pour permettre une vitesse maximum de 250 km/h ainsi que la création de manière très ponctuelle de tronçons de raccordement de lignes. C'est autour du projet du « *Triangle Nordique* »¹⁸³ que se joue la relation Copenhague-Oslo-Stockholm-Helsinki et c'est autour de cette relation que nous proposons d'examiner brièvement ces quatre pays :

¹⁸² Site consulté en 2005 : <http://www.sbb.ch/fr/>

¹⁸³ Projet inscrit dans le développement des "réseaux de transport trans-européens" (TEN) reliant Helsinki, Stockholm, Copenhague et Oslo.

- ❑ Le cas finlandais, excentré du reste de l'Europe par sa position géographique mérite qu'on s'y attarde. D'une superficie égale à l'Allemagne, avec une population d'environ 5 millions d'habitants, l'activité se concentre au sud du pays. Avec la perspective de l'augmentation des parts de marché de la route face au fer, le mode ferroviaire apparaît comme une orientation forte de la politique nationale des transports. En conséquence, VR, la compagnie des chemins de fer finlandais s'est engagée dès le milieu des années 1990 à moderniser son réseau. L'objectif est principalement de rendre le transport ferroviaire de voyageurs et de marchandises compétitifs et donc de pouvoir offrir des trains à grande vitesse sur les grandes lignes desservant les grands centres urbains, tels que Helsinki, Turku ou encore Tampere. La mise en œuvre de cet objectif n'est pas passée par la création de lignes mais par l'aménagement de lignes existantes pour une vitesse maximum de 220 km/h, alors qu'aujourd'hui les vitesses commerciales y sont de l'ordre de 120 à 140 km/h.
- ❑ Sur les quatre pays seule la Norvège ne fait pas partie de L'Union Européenne. Si Oslo figure dans le projet de Triangle Nordique, la perspective de la création d'une ligne spécialement dédiée à la grande vitesse apparaît faible. Il sera vraisemblablement question d'un aménagement des lignes existantes pour amener les trains à circuler à 250 km/h sur le réseau.
- ❑ Le projet qui touche la Suède et le Danemark concernera lui aussi des aménagements de lignes ainsi que la réalisation de certains tronçons. A ce jour, pour le Danemark : 33 km de LGV ont été construits, la ligne *Storebaelt* de 15 km et la ligne de *l'Oresund* de 18 km qui fait le lien entre le Danemark et la Suède, de Copenhague à Malmö. La vitesse pratiquée sur ces deux lignes est de 180 km/h. La Suède a préféré elle aussi, l'aménagement des lignes existantes et un matériel pendulaire (X2000) plutôt que la construction de lignes nouvelles. Toutefois, on enregistre aujourd'hui la création de 171 km de ligne dont 140 km sont encore en travaux sur l'axe Södertälje-Linköping.

Globalement, même si ces deux pays utilisent la technologie grande vitesse, avec l'utilisation des X2000, et sont reconnus comme appartenant au réseau européen de la grande vitesse, la grande vitesse qui s'installe, au Danemark et en Suède, entre 180 et 250 km/h peut-elle toujours être considérée comme de la grande vitesse ?

Car si on se place du côté de la vitesse commerciale, est-ce que la situation d'un pays qui propose ou va prochainement proposer des circulations à 320 km/h est identique à celle d'un pays qui ne dépasse pas les 250 km/h ? Néanmoins, il faut souligner que « borner » la grande vitesse reviendrait à effacer des maillons clés qui composent déjà le réseau européen. Ainsi, si on fixait un seuil à 300 km/h minimum, on effacerait le réseau Allemand du réseau à grande vitesse et quelques autres lignes qui ont plus de 10 ans d'existence. Faut-il alors distinguer une grande vitesse d'une très grande vitesse ?

Le tableau qui figure à l'annexe 1, nous permet d'avoir une vision sur la réalité et les avancées du réseau européen à grande vitesse à moyen terme. Il nous permet également d'insister sur le poids des instances européennes et nationales dans la constitution de ce réseau.

A l'heure actuelle l'ossature du réseau à grande vitesse se constitue. Ce réseau a de nombreux atouts, mais le financement nécessaire à sa réalisation est considérable ce qui risque de retarder certains projets. Pourtant, face à la voiture particulière ou encore à l'avion, le train à grande vitesse est un mode plus respectueux de l'environnement et plus favorable en terme de sécurité. En effet, du point de vue environnemental, le train à grande vitesse est plus économe en énergie. En termes de capacité, 1 train à grande vitesse de 600 voyageurs équivaut à 400 voitures particulières. De plus, si le TGV consomme 2,5 litres d'équivalent pétrole pour 100 voyageurs km, l'automobile en consomme 5,9 litres et l'avion 7,2 litres¹⁸⁴. A cela s'ajoute, une pollution par le bruit qui est de mieux en mieux maîtrisée et nettement plus faible que pour le mode aérien. Enfin, atout supplémentaire du train à grande vitesse, la sécurité est un point fort de ce mode, toujours par rapport à la route et à l'avion. L'examen des aspects énergétiques, sécuritaires et des nuisances permet de mettre l'accent sur les points forts du TGV face notamment aux préoccupations environnementales, relayées dans les politiques nationales mais aussi européennes¹⁸⁵.

¹⁸⁴ Cinotti, E. et Treboul, J.-B. (2000). Les TGV Européens. Paris, PUF Que sais-je ?

¹⁸⁵ Commission Européenne (2001). Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix. Luxembourg.

L'examen de la situation dessine un espace européen en pleine évolution et une structuration à l'échelle internationale qu'il est tentant de mettre en relation avec l'évolution politique de l'intégration européenne. La grande vitesse ferroviaire est aujourd'hui mise en perspective pour 2020 et on estime à cette date que la grande vitesse procurera au mode ferroviaire un gain de 88 milliards de voyageurs-kilomètres dont les deux tiers viendront des modes concurrents¹⁸⁶.

L'idée forte de cette dynamique est que le train à grande vitesse peut concurrencer l'avion. Dans cette perspective, la structuration du réseau grande vitesse permettant l'interopérabilité est un objectif à atteindre. Entre aménagement du territoire et rentabilité socio-économique, on constate que les projets de lignes se multiplient. Cependant, le coût de création des lignes est trop important pour développer les liaisons uniquement au titre de l'aménagement du territoire et en ignorant les considérations de rentabilité. En France, si certains acteurs reconnaissent l'intérêt d'une ligne à grande vitesse transversale entre Lyon et Bordeaux via Clermont-Ferrand¹⁸⁷, les TGV, empruntant la ligne Sud-est puis la ligne Atlantique pour relier les deux villes via la gare de Massy TGV en région parisienne, apparaissent comme la solution la plus économiquement viable.

L'ambition d'aménagement du territoire, comprise comme une volonté de structurer le territoire non totalement soumise aux critères de rentabilité économique apparaît timide en France, même si le développement du réseau grande vitesse a été accompagné par des lois d'orientation qui ont visé à palier l'inégalité de l'accès aux infrastructures. Et même si le discours vise à réduire les inégalités spatiales qui existent entre territoires, il n'en reste pas moins, comme on l'a déjà dit plus haut, que c'est la rentabilité du projet qui est le plus souvent mise en avant pour hiérarchiser ces projets ce qui complique la création de ligne totalement dédiée à l'aménagement du territoire.

Cette disjonction s'inscrit dans un contexte où, pour certains espaces le TGV devient un enjeu dans la relation qu'il établit entre les villes. Il est pour d'autres espaces, un système de transport qui les défavorise puisqu'il ne les dessert pas. En effet, le TGV

¹⁸⁶ Union Internationale des Chemins de fer (UIC) (2002). Les Trains à grande vitesse en Europe, <http://www2.uic.asso.fr>. **2005**.

¹⁸⁷ Caniaux, M., Joindrot, M. et Roccon, Y. (2000). La Transversale Alpes-Atlantique : le trait d'union entre Europe et océan. Paris, L'Harmattan.

favorise les dessertes de grands pôles, renforçant alors le rayonnement national voire international des villes desservies. À l'inverse, les relations avec les villes secondaires sont par comparaison plus difficiles, il est plus facile au départ de Lyon de se rendre à Paris en TGV, plutôt que de se rendre à Dijon¹⁸⁸.

Aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale, on a constaté que, dans le contexte de la construction européenne, les acteurs sont favorables à la grande vitesse ferroviaire. Aujourd'hui, la gamme des distances que permet la grande vitesse s'étage entre 200 et 1200 km : on admet généralement que le train à grande vitesse est plus compétitif que l'avion sur des trajets de trois heures ou 700 km en grande vitesse. Face à la montée de la congestion du mode aérien, la perspective de substituer des TGV à certains vols courts voire moyens courriers est une vision défendue par le Livre Blanc¹⁸⁹.

Cependant, l'Europe ne milite pas en faveur d'un mode unique de transport : elle encourage le développement de l'ensemble des modes et accentue sa politique en faveur du développement des complémentarités intermodales, train + avion en particulier. L'introduction de la grande vitesse et des trains classiques dans les aéroports pour des dessertes qui dépassent les échelles locales et régionales apparaissent comme une opportunité majeure pour la mise en complémentarité. L'ambition du point suivant est de montrer l'enjeu de ces relations villes-aéroports et l'enjeu des liaisons qui conduisent les trains classiques et à grande vitesse dans les aéroports.

2.1.3 Le mode ferroviaire à grande vitesse comme principe des nouvelles relations entre « villes » : l'enjeu des liaisons entre « villes » et aéroports

La complémentarité des modes de transport est mise en avant sous l'impulsion des politiques nationales et européennes. Cette complémentarité apparaît comme une priorité, dans les schémas directeurs des années 1990. Dans ce contexte,

¹⁸⁸ Il faut faire référence à la thèse d'Alain L'Hostis qui traite cette question. L'Hostis, A. (1997). Images de synthèse pour l'Aménagement du territoire: La déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 500.

¹⁸⁹ Commission Européenne (2001). Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix. Luxembourg.

l'intégration des trains classiques et à grande vitesse dans la chaîne de transport et le renforcement de la complémentarité par la création de gares notamment à grande vitesse au sein même des aéroports sont devenus le principe des nouvelles relations villes-aéroports. Jusqu'alors la relation ville – aéroport, comme l'a montré Jean Varlet¹⁹⁰ avec le trinôme d'interconnexion, se faisait de manière privilégiée par la route avec la mise en place de liaisons routières rapides (voie express et autoroute) puis dans un deuxième temps, la mise en place de liaisons ferroviaires classiques. La mise en place de liaisons ferroviaires dédiées et à grande vitesse est une évolution récente.

Le TGV permettant le lien ville-aéroport est introduit en France en 1994, avec successivement l'ouverture des deux gares-aéroports accueillant des TGV, l'aéroport Roissy CDG et celui de Lyon-Saint-Exupéry. Le concept TGV comme pré et/ou post-acheminement d'un vol moyen ou long courrier apparaît comme une solution aux problèmes que pose le transport aujourd'hui : l'idée que le TGV puisse acheminer les passagers d'une métropole vers l'aéroport pour effectuer un vol long courrier prend forme.

Comme le montre le schéma ci-dessous, l'offre de transport parisienne à longue distance est largement multimodale. L'exemple parisien montre qu'en 1999, la gare TGV de l'aéroport de Roissy CDG est utilisée par 900 000 voyageurs. Le double de voyageurs transite encore par les gares centrales parisiennes : pour Roissy CDG cela représente presque autant de voyageurs (800 000) que ceux qui arrivent ou partent par TGV de la gare de Roissy. Pour Orly les voyageurs en pré- et / ou post-acheminement des gares parisiennes représentent 1 000 000 de voyageurs.

¹⁹⁰ Ce point sera traité plus en détail dans la deuxième partie de la thèse.

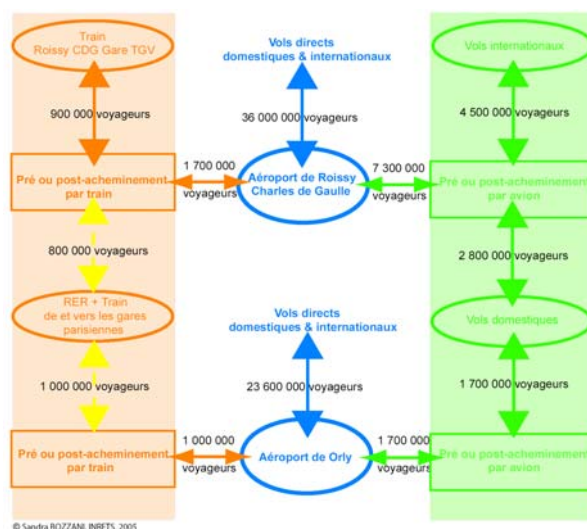


Figure 3 : Les correspondances multimodales dans les aéroports parisiens de Roissy CDG et d'Orly, trafic de 1999¹⁹¹

Comme on a pu le voir dans le tableau figurant à l'annexe 1, représentant l'évolution des lignes à grande vitesse, un certain nombre d'aéroports possèdent des liens ferroviaires avec des trains à grande vitesse mais aussi des trains classiques. Paris Roissy CDG, Lyon St-Exupéry ou Francfort sont parmi ceux qui accueillent la grande vitesse.

Signe le plus manifeste de cette évolution, en 2003, on constate que certaines relations aériennes ont été complètement ou partiellement remplacées par les trains à grande vitesse en partie grâce à la conclusion de plusieurs partenariats entre opérateurs ferroviaires et aériens. Ce succès des trains à grande vitesse sur certaines relations, s'explique par la performance à la fois temporelle des liaisons et le service proposé.

Relation	Partenariat	Date de mise en service
Lille-Paris	Air France et SNCF, service <i>tgva</i>	1994
Bruxelles-Paris	Air France et Thalys	2001
Francfort-Stuttgart	Lufthansa-DB	2001
Francfort-Cologne	Lufthansa-DB	2003

Tableau 7 : Relations aériennes remplacées et partenariats Air-Fer associés

¹⁹¹ Guyard, M., Chapulut, J.-N. et Ranfaing, D. (2004). Multimodalité Avion-TGV. Paris, Ministère de l'équipement, des transports, de l'aménagement du territoire, du tourisme et de la mer. La Documentation Française: 166 p. Schéma extrait du rapport Multimodalité Avion-TGV amendé par l'auteur.

La relation train-avion englobée dans le terme intermodalité air-fer ou aéro-ferroviaire sera traitée dans la deuxième partie de la thèse, qui aura pour but de définir la notion d'intermodalité ainsi que ses objectifs et enjeux.

Le mode ferroviaire à grande vitesse est encore en pleine croissance sur le territoire européen et devrait continuer son développement après 2020. Cette évolution a renforcé le raisonnement en temps de transport plutôt qu'en kilomètres. En effet, l'arrivée des lignes à grande vitesse a profondément modifié la perception de l'accessible, donnant à la vitesse une place centrale. Illustrant nos propos de cette phrase de Francis Beaucire : « L'effet TGV, il ne gomme pas l'espace, il le rétrécit »¹⁹², on peut voir sur le tableau, que cette perception de l'espace en distance-temps est profondément différente de celle des distances-kilomètres.

L'idée qui reste centrale, est bien que le train à grande vitesse, par les temps d'acheminement qu'il permet, peut concurrencer l'avion, d'une part et d'autre part, devenir complémentaire avec ce même mode sur des distances plus courtes cette fois-ci en concurrence avec l'automobile.

<u>Au départ de Paris...</u>	<u>Distance-Kilométrique*</u>	<u>Temps par train à grande vitesse</u>
<u>Amsterdam</u>	<u>540</u>	<u>3h03 en 2007</u>
<u>Bordeaux</u>	<u>583</u>	<u>3h00</u>
<u>Bruxelles</u>	<u>310</u>	<u>1h25</u>
<u>Francfort</u>	<u>574</u>	<u>3h45 en 2007</u>
<u>Lille</u>	<u>220</u>	<u>0h50</u>
<u>Londres</u>	<u>494</u>	<u>2h20 en 2007</u>
<u>Lyon</u>	<u>430</u>	<u>1h56</u>
<u>Marseille</u>	<u>774</u>	<u>3h00</u>
<u>Montpellier</u>	<u>748</u>	<u>3h20</u>
<u>Rennes</u>	<u>348</u>	<u>2h03</u>
<u>Strasbourg</u>	<u>488</u>	<u>2h20 en 2007</u>
<u>Toulouse</u>	<u>676</u>	<u>5h07</u>
<u>Tours</u>	<u>237</u>	<u>1h00</u>

*distance kilométrique obtenue sur le site : <http://www.mappy.com>

Tableau 8 : Représentation des distances-km et des distance-temps au départ de Paris

Ce tableau nous permet de poser tout l'enjeu que représente l'évolution du réseau ferroviaire à grande vitesse dans la desserte des territoires proches et lointains. Ainsi, l'espace longtemps considéré comme euclidien, assujetti aux distances-kilomètres est aujourd'hui dynamisé par la représentation des distances-temps.

¹⁹² Francis Beaucire, in Transports Urbains : L'Effet TGV, une France à géométrie variable ou...le TGV brouilleur de cartes, 1992

L'évolution du ferroviaire classique vers la grande vitesse ou le transport aérien a modifié « *les rapports temporels de l'homme à son territoire* »¹⁹³. Ces évolutions des transports dits rapides ont progressivement changé l'approche des notions de proche et de lointain. Comme le souligne Jean Ollivro « *il est possible d'aller très loin en un temps très court et d'aller très près en un temps long* »¹⁹⁴. Le meilleur exemple pour illustrer cette idée est le cas de la ville de Tours¹⁹⁵. Il faudra le même temps entre Tours et la gare de Paris-Montparnasse (230 km parcourus en TGV) qu'entre le centre de Paris et l'aéroport de Roissy CDG (23 km parcourus en RER).

Les modifications de notre espace-temps ont eu pour conséquence l'explosion des mobilités. L'augmentation des vitesses a provoqué une modification des rapports à l'espace et a favorisé l'émergence des espaces métropolisés. La grande vitesse ferroviaire comme l'aérien se sont inscrits dans ce bouleversement des rapports aux territoires. Toutefois, si on a bien conscience de ces transformations, on est toujours à la recherche d'une meilleure organisation.

Si on considère la modification des rapports à l'espace générés par l'augmentation des vitesses des modes de transport et qu'on s'interroge sur les gains d'accessibilité, peut-on dire pour autant qu'on a amélioré l'accessibilité de tous les territoires ? Lorsqu'on évoque le ferroviaire à grande vitesse dans la desserte ville-aéroport, on n'est pas dans le proche mais dans le lointain et l'enjeu de ces liaisons ne renvoie pas à la desserte de la ville où la métropole de l'aéroport concerné, mais s'inscrit au-delà.

De ce point de vue, les liaisons TGV vers un aéroport vont principalement intéresser les territoires extérieurs à celui de la ville qui possède l'aéroport. Le tableau des distances-temps au départ de Paris appuie ici nos propos. Dans cette configuration d'analyse des liens air-fer, on n'est plus dans l'étude de l'accessibilité interne d'une métropole mais dans l'étude de l'accessibilité externe de celle-ci. Toutes les villes n'entrent donc pas dans l'analyse puisque l'aérien comme le ferroviaire à grande vitesse ne desservent pas la totalité du territoire.

L'intérêt de travailler l'accessibilité sur les deux modes dans une vision multimodale et non plus une vision monomodale superposant l'aérien et le TGV nous permettra

¹⁹³ Ollivro, J. (2000). L'Homme à toutes vitesses : de la lenteur homogène à la rapidité différenciée. Rennes, Les PUR (Presses Universitaires de Rennes).

¹⁹⁴ Ibid.

¹⁹⁵ Chapelon, L. (2003). Évaluation des chaînes intermodales de transport : l'agrégation des mesures dans l'espace et dans le temps. Colloque TILT 20 ans du G.R.R.T.1983-2003, Lille.

d'insister sur l'espace de pertinence de chaque mode. Ce point sera traité plus en détail au cours de la deuxième partie, le point suivant s'attachant, comme pour le ferroviaire, à faire état de l'évolution de l'organisation du mode aérien.

2.2 Dynamiques des réseaux aériens :

Le transport aérien constitue pour la ville un facteur essentiel de compétitivité et un outil de développement économique et touristique au service de la ville et de la région. L'aéroport est un moyen pour la ville de s'intégrer dans les grands réseaux d'échanges internationaux¹⁹⁶. L'aéroport est une porte d'entrée sur la ville, comme l'ont montré Céline Rozenblat et Patricia Cicille¹⁹⁷, dans une analyse comparée des villes européennes, mais aussi une porte d'entrée sur la région métropolitaine. La présence du mode aérien ainsi que la capacité de la ville à capter les flux qui traversent et animent un territoire, lui permettent de rayonner et de s'inscrire dans un réseau de villes à sa mesure.

Le mode aérien se pose comme le premier mode dans les échanges internationaux de personnes. Sur le territoire européen, même si le réseau ferroviaire à grande vitesse se construit chaque jour, c'est essentiellement le transport aérien qui répond aux besoins de mobilité croissants entre les métropoles européennes. Cependant, toutes les villes ne s'intègrent pas de la même façon dans ce réseau d'échanges. Le réseau aérien de par son organisation actuelle est marqué par une structuration et une organisation complexe, flexible et évolutive par rapport au réseau ferré. Cette complexité actuelle résulte en partie de l'évolution rapide du mode.

C'est au moment de la crise ferroviaire des années 1920 que les premières lignes commerciales apparaissent¹⁹⁸. À partir de là, le mode se développe très rapidement. La principale raison de ce développement s'explique par la capacité du transport aérien à réduire les distances-temps par rapport aux autres modes de transport. À ce titre, comme le souligne Laurent Chapelon¹⁹⁹ « *l'espace-temps est le reflet de la performance des systèmes de transport et de la qualité des services qu'ils disposent* ».

¹⁹⁶ Delabrosse, S. (2003). Aéroports régionaux secondaires en France et intégration européenne. Mémoire de DEA. Le Havre, Université du Havre: 90 p.

¹⁹⁷ Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). Les Villes européennes : Analyse comparative. Paris, DATAR.

¹⁹⁸ Dacharry, M. (1981). Géographie du transport aérien. Paris, LITEC.

¹⁹⁹ Chapelon, L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire: Evaluation spatio-temporelle de l'offre de transport par modélisation multi-échelles des systèmes de transport. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 550.

Durant la période 1930-1950, le nombre de passagers transportés est démultiplié du fait des améliorations techniques. En effet, le nombre de places dans les avions est multiplié par 10 tandis que les vitesses le sont par 2²⁰⁰.

Il faut attendre les années 1950-1960 pour une véritable « démocratisation » de l'usage de l'avion dans les déplacements autres que les déplacements d'affaires. Car jusque dans les années 1960, le principal facteur limitant l'aérien est son coût. Devant une demande toujours plus importante, il va donc devenir plus accessible financièrement avec la multiplication des tarifs. Ainsi, en 1952 on voit apparaître la classe tourisme et en 1958 la classe économique. On verra ensuite le développement des vols charters et plus récemment celui des vols Low Cost (ou vols bas coûts) qui font chuter les prix. S'ajoute de plus les tarifs jeunes, seniors...comme pour le ferroviaire²⁰¹.

Jusqu'à ce que le terme de déréglementation et les politiques associées apparaissent, le mode aérien considéré comme stratégique, est géré et réglementé par l'État. Même si très vite on a pu observer une diversité des situations parmi les pays européens, l'État est devenu gestionnaire, en devenant propriétaire ou actionnaire des compagnies aériennes. Il est aussi devenu autorité organisatrice, en étant responsable de la sécurité, définissant notamment « *les règles d'accès à la profession de transporteurs* », attribuant les droits de vols...²⁰²

Cet état de fait, inscrivant le transport aérien dans une situation de monopole où les États vont coopérer dans des accords bilatéraux²⁰³ pour assurer les liens entre eux, a évolué vers une réorganisation du mode aérien : la libéralisation et la hiérarchisation du trafic.

Ce point a pour objectif, comme nous l'avons fait pour le ferroviaire à grande vitesse de rendre compte de l'évolution et des stratégies du mode aérien qui aboutissent à l'organisation actuelle. Nous partirons, dans un premier temps, de la situation du mode aérien dans les années 1990 et de la mise en place de la déréglementation en Europe, pour, dans un deuxième temps en décrire les conséquences sur les territoires. Ainsi, nous traiterons de la réorganisation des compagnies aériennes, du

²⁰⁰ Merlin, P. (2002). Le Transport Aérien. Paris, PUF Que sais-je?

²⁰¹ Ibid. Et Dacharry, M. (1981). Géographie du transport aérien. Paris, LITEC.

²⁰² Merlin, P. (2002). Le Transport Aérien. Paris, PUF Que sais-je?

²⁰³ Accords bilatéraux faisant référence à la convention de Chicago qui fonda l'OACI (Organisation International de l'Aviation Civile) Cousquer, Y. (2003). "Perspectives du transport aérien." Transports **418**: 99-111.

développement des *hubs* et de l'apparition des compagnies aériennes bas coûts ou *Low Cost*. Il sera enfin question de s'interroger sur l'impact de l'achèvement de l'achèvement du réseau ferroviaire à grande vitesse européen sur le report potentiel de trafic de l'aérien vers le ferroviaire et ses conséquences sur l'organisation du transport aérien.

2.2.1 Hiérarchisation du trafic

Afin d'expliquer la hiérarchisation du trafic, on propose de partir des dates clés de la déréglementation ou libéralisation du trafic aérien en Europe.

Après une longue période qu'on peut qualifier de glorieuse, les années 1980-1990 ont annoncé les prémices d'une crise pour le secteur aérien.

Les Etats Unis ont amorcé à partir de 1978 une libéralisation sur les vols intérieurs en remettant en cause la réglementation des conditions d'entrées sur le marché. En Europe, la Communauté Européenne s'inscrit dans le même processus en 1984 et choisit cette même option en l'appliquant par étapes de 1987 à 1993²⁰⁴.

On compte ainsi trois grandes étapes successives qui conduisent à adopter en 1987, 1990 et 1993 une série de mesures pour modifier les règles établies qui aboutissent à l'ouverture du marché et à l'application « *des principes de libre prestation de services et de droit d'établissement pour toute compagnie établie dans un des Etats membres* »²⁰⁵ de l'Union Européenne.

Pierre Zembri, dans ses travaux²⁰⁶, décrit les principaux effets de l'ouverture à la concurrence du marché européen sur les compagnies aériennes.

La dérégulation du secteur aérien modifie les modes de gestion établis puisqu'elle introduit une gestion à plus court terme du réseau, générée par la pression de l'ouverture à la concurrence²⁰⁷. Le transport aérien confronté dans les années 1990 à

²⁰⁴ Zembri, P. (2000). "Les Premiers effets spatiaux des recompositions de réseaux aériens en France : des effets d'aubaines fragiles mais une réelle ouverture de nombreuses régions françaises." *Flux* n°41: 28-40.

²⁰⁵ Commission Européenne (2003). Le Transport Aérien, http://europa.eu.int/comm/transport/air/index_fr.htm.

²⁰⁶ Zembri, P. (2000). "Les Premiers effets spatiaux des recompositions de réseaux aériens en France : des effets d'aubaines fragiles mais une réelle ouverture de nombreuses régions françaises." *Flux* n°41: 28-40.

²⁰⁷ Pour une analyse plus en profondeur des conséquences de la libéralisation, on propose au lecteur de se référer à l'ouvrage de Marc Gaudry et Robert Mayes sur la libéralisation du transport aérien avec une analyse des effets de la libéralisation à partir du point de vue de plusieurs auteurs. Gaudry, M. et Mayes, R. (2000). *La Libéralisation du transport aérien : bilan et perspectives*. Paris, Les presses de l'institut de transport aérien (ITA).

une crise et aux conséquences de la mise en place de la libéralisation, a vu son organisation et son fonctionnement modifiés.

C'est à partir des années 1990 avec la disparition, la faillite de nombreuses compagnies, telles que la Panam, la TWA..., que les concentrations et des rachats se développent²⁰⁸. La concentration des compagnies aériennes prend très vite la forme d'alliances qui « *restent en effet protégées de prises de contrôle capitalistique par des règles de nationalité répondant à des préoccupations stratégiques de souveraineté, d'abord des États Unis, puis de l'Europe* »²⁰⁹.

Aujourd'hui trois grandes alliances mondiales sont recensées : Star Alliance, One World et Sky Team. Comme le précise Pierre Zembri, dans son article sur les effets spatiaux des recompositions de réseaux aériens, ces alliances constituent des partenariats entre compagnies nationales et régionales pour contribuer à l'organisation des dessertes et au renforcement de celles-ci.

Les trois alliances mondiales se décomposent ainsi :

- L'alliance de la Sky Team est composée de 9 compagnies dites « majors » : Air France, Alitalia, KLM, Aero Mexico, nwa, Delta, Continental Airlines, Korean Air et CSA Czech Airlines. Ces 9 compagnies, en 2004, assuraient le transport de 341 millions de voyageurs par an, en proposant la desserte de 137 pays, 658 destinations et assurant près de 14 000 vols par jours grâce au jeu des partages de codes, des affrètements et l'activité des compagnies franchisées.
- L'alliance de One World est composée de 8 compagnies : Aer Lingus, British Airways, Finnair, Qantas, American Airlines, Cathay Pacific, Iberia et Lanchile. Ces 8 compagnies proposent l'accès à 134 pays et 570 destinations.
- La Star Alliance est celle qui regroupe le plus de compagnies, au total 15 : Air Canada, Asiana Airlines, Lufthansa, Austrian, Singapore Airlines, LOT, ANA, United, Spanair, Air New Zealand, Thai Airlines, US Airways, VARIG, Bmi et SAS. Ces 15 compagnies développent une activité moindre que les deux autres en proposant l'accès à 133 pays et 575 destinations.

À la suite des partenariats entre compagnies qui aboutissent à ces grandes alliances, les réseaux se reconfigurent et on voit apparaître plusieurs logiques d'organisation et de desserte. Dans les faits ces alliances se construisent autour d'un

²⁰⁸ Lapautre, R. (2005). "Concentration du Transport Aérien." *Transports* n° 432: p.213-229.

²⁰⁹ Cousquer, Y. (2003). "Perspectives du transport aérien." *Ibid.* 418: 99-111.

partage de la clientèle fondé sur des systèmes de réservations communs. C'est ainsi que les alliances génèrent une « *rationalisation des réseaux autour de grandes plates-formes de correspondance* »²¹⁰. Néanmoins, au phénomène de concentration des compagnies aériennes dites « majors », on observe aussi l'émergence de nouvelles compagnies qui se spécialisent sur une partie du marché.

Le point suivant vise à apporter des éléments expressifs de l'organisation spatiale des nœuds du transport aérien.

2.2.2 Organisation spatiale des nœuds du transport aérien : le développement des hubs et des aéroports régionaux :

Le système des alliances, conséquence directe de la libéralisation du transport aérien qui a conduit à une restructuration des réseaux, aboutit à une réorganisation du réseau aérien autour de plates-formes de correspondance principales : les *hubs*²¹¹.

Le hub se définit comme « *un réseau en étoile qui représente la transformation d'un système de liaisons aéronautiques constitué d'un réseau complexe de lignes directes en un système composé de plusieurs réseaux en étoile dits « Hubs and Spoke* » »²¹².

Nous proposons de visualiser le passage d'un réseau en lignes directes à un réseau en étoile avec la représentation suivante :

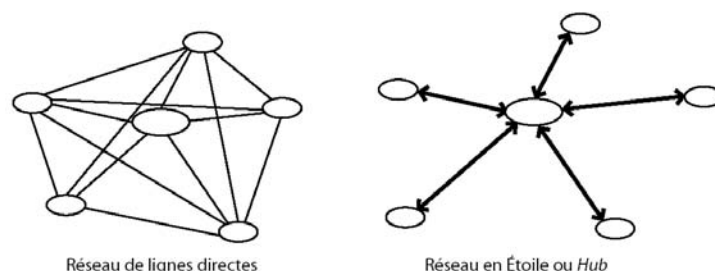


Figure 4 : Représentation des réseaux organisés en lignes directes ou en *Hub*

Le *hub* est caractérisé et fonctionne de la manière suivante. Premièrement, le réseau d'une compagnie aérienne se structure entièrement autour d'un ou de quelques aéroports pivots dans le but de tirer avantage d'un système de correspondances

²¹⁰ Ibid.

²¹¹ Nous avons choisi d'utiliser le terme anglais de *Hub* car il est très largement employé dans la littérature de langue française et qu'il reste difficile à traduire en un seul mot.

²¹² Pavaux, J. (1995). *Le Transport aérien à l'horizon 2020 : Elément de réflexion prospective*. Paris, Presse de l'Institut du Transport Aérien, publié avec la collaboration des Aéroports de Montréal.

assurées dans ces nœuds. Pour que le réseau en étoile fonctionne, on admet généralement l'idée selon laquelle la plate-forme de correspondance doit accueillir un trafic local minimum, estimé entre 25 et 30% du trafic total de l'aéroport. Enfin, les correspondances qui seront effectuées dans l'aéroport devront être minimisées dans le temps (de l'ordre de 30 à 45 minutes minimum)²¹³.

La structure du réseau aérien en *hub* renvoie donc à une rationalisation du réseau en terme d'efficacité économique pour le transporteur, lui garantissant un coût d'exploitation le plus faible possible grâce à la densification du trafic sur les branches de l'étoile. Ainsi, la concentration de certaines activités sur une ou quelques plates-formes, a pour conséquence, pour la compagnie aérienne, la réalisation d'économies d'échelles. Le *hub* constitue alors un outil efficace de domination du marché grâce à la fréquence sur les axes qui font partie de l'étoile et offre une démultiplication des dessertes à flotte constante.

Il faut par ailleurs rajouter que ce n'est pas l'aéroport qui choisit d'être un hub, mais c'est la compagnie qui donne à l'aéroport un rôle de *hub*. Au cours d'une journée le *hub* va réceptionner et renvoyer sur des plages de 1h30 minimum, répétées plusieurs fois par jours (entre 3 et 4 fois), un certain nombre de vols. Ainsi, sur ces plages horaires, le *hub* va offrir un maximum de combinaisons de correspondances possibles, il va alors assurer une dynamique de trafic pour l'aéroport. Ainsi comme le souligne Pierre Zembri, le hub est « *destiné à homogénéiser les temps de vols globaux et les possibilités de liaisons de n'importe quel point de réseau à n'importe quel autre (connexité) en évitant de multiplier les vols directs dont le remplissage aurait été problématique* »²¹⁴. La conséquence sur les territoires renvoie à une modification de l'accessibilité des villes car la structuration du réseau en étoile va modifier l'offre de transport.

En Europe, les compagnies qui sont entrées dans une configuration en *hub* sont, dans un premier temps, les compagnies dites « majors ». Les *hubs* de ces compagnies nationales sont installés sur les plates-formes aéroportuaires majeures et forment le premier niveau du hub : le hub national²¹⁵. C'est le cas en France : la

²¹³ Pavaux, J. (1995). Le Transport aérien à l'horizon 2020 : Elément de réflexion prospective. Paris, Presse de l'Institut du Transport Aérien, publié avec la collaboration des Aéroports de Montréal.

²¹⁴ Zembri, P. (2000). "Les Premiers effets spatiaux des recompositions de réseaux aériens en France : des effets d'aubaines fragiles mais une réelle ouverture de nombreuses régions françaises." Flux n°41: 28-40.

²¹⁵ Lanneaux, M.-A. (2001). "'HUB" aéroportuaire, facteur de recomposition territoriale ?" Mosella Tome XXVI- n°3-4: 10.

compagnie nationale Air France a choisit d'implanter son hub de premier niveau sur l'aéroport de Roissy CDG, plaque-tournante de ses vols moyens mais surtout longs courriers. La compagnie a également fait le choix d'implanter deux autres hubs à l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry et l'aéroport de Clermont-Ferrand, respectivement hub régional et hub local, comme le souligne Marie-Agnès Lanneaux dans son article. La particularité de deux autres hubs est la suivante : le hub local a la vocation de ne traiter que des vols nationaux et le hub régional assure ces mêmes vols ainsi que des vols moyens courriers, à destination de l'Europe comme c'est le cas pour l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry dit aussi hub secondaire.

Des transporteurs de taille plus réduite que les compagnies nationales ont également adopté ce mode de fonctionnement en hub sur des aéroports de plus petite taille.

On notera que si le hub génère une augmentation du trafic, les grands aéroports sont peu nombreux et, comme le souligne Yves Cousquer²¹⁶, ancien Président de ADP (Aéroport de Paris), ils sont saturés et le ciel est encombré. De plus, le périmètre de ces aéroports est le plus souvent figé. Ainsi, une compagnie fait le choix d'exploiter plusieurs aéroports pour exploiter toutes les « niches » du marché. La stratégie d'Air France s'inscrit dans ce contexte.

Les conséquences sur le territoire sont nombreuses, comme l'a montré Nadine Cattan dans l'Atlas sur les Transports et l'Énergie²¹⁷. Le transport aérien est un vecteur d'intégration territoriale en Europe. L'organisation en hub a multiplié l'offre de service de transport²¹⁸ qui a, à son tour, modifié l'accessibilité des villes. Néanmoins, on notera des différences entre les villes car ce sont les plus importantes qui ont le plus gagné en accessibilité. Ainsi, la conséquence principale de cette organisation en hub « *a accentué [le] phénomène de polarisation régionale* »²¹⁹.

Il reste à souligner que tous les aéroports ne sont pas des hubs. Désignés sous le terme d'aéroports régionaux, leur activité et leur pérennité sont en grande partie liées aux relations que ces plates-formes aéroportuaires entretiennent avec les hubs. Pour certains auteurs, ils bénéficient de la saturation des grands aéroports²²⁰. Dans ces

²¹⁶ Cousquer, Y. (2003). "Perspectives du transport aérien." *Transports* **418**: 99-111.

²¹⁷ Chapelon, L. et Cicille, P. (2000). *Atlas de France : Transports et énergie*. Montpellier, Reclus.

²¹⁸ Zembri, P. (2000). "Les Premiers effets spatiaux des recompositions de réseaux aériens en France : des effets d'aubaines fragiles mais une réelle ouverture de nombreuses régions françaises." *Flux* **n°41**: 28-40.

²¹⁹ Lanneaux, M.-A. (2001). "'HUB" aéroportuaire, facteur de recomposition territoriale ?" *Mosella Tome XXVI- n°3-4*: 10.

²²⁰ Beau, N. (1992). "Faut-il vraiment 100 aéroports en France ?" *Les Echos : Enjeux*: 72-75.

aéroports secondaires, on va trouver plusieurs types de liaisons en commençant par celles les reliant à des hubs locaux, régionaux ou nationaux. Une grande partie d'entre elles peuvent être assimilées à des lignes que Olivier Dupéron²²¹ décrit dans un ouvrage consacré au transport aérien et à l'aménagement du territoire, comme des lignes d'aménagement du territoire.

En effet, dans une conception d'aménagement du territoire et service public, la France jusqu'à la libéralisation du marché du secteur aérien a utilisé le transport aérien comme outil d'aménagement du territoire pour désenclaver certaines régions françaises. À ce titre, on peut ouvrir une parenthèse sur le fait que l'action communautaire via l'introduction de la déréglementation a eu pour conséquence l'ouverture du ciel à la concurrence ce qui a lourdement pénalisé le maintien de certaines lignes dites d'aménagement du territoire peu fréquentées²²².

En plus de ces liaisons aux hubs, les aéroports régionaux ou secondaires « vivent » des liaisons touristiques effectuées par des vols charters. C'est également dans ces aéroports que l'on va recenser la plus forte présence des compagnies Low Cost²²³ que nous choisissons de traiter dans le point suivant.

Finalement, dans le contexte d'une forte concurrence notamment avec le TGV, de la saturation des grands aéroports, de l'encombrement du ciel européen ajouté à une situation économique et géopolitique défavorable le trafic continue à augmenter au bénéfice des aéroports organisés en hub mais surtout au bénéfice des aéroports accueillant des compagnies Low Cost, le phénomène étant souvent décrit comme « la déferlante Low Cost ».

2.2.3 « Scènes d'un monde mouvant » ou le développement des compagnies Low Cost

Dans un contexte défavorable aux compagnies aériennes classiques et face à une concurrence de plus en plus forte des trains à grande vitesse, le phénomène low cost vient bouleverser la donne actuelle. On propose dans ce point de présenter les compagnies low cost ainsi que leur stratégie de localisation.

²²¹ Dupéron, O. (2000). Transport Aérien, Aménagement du territoire et Service public. Paris, L'Harmattan.

²²² Ibid.

²²³ Nous avons choisi d'utiliser le terme anglais de *Low Cost* car il est très largement employé dans la littérature de langue française. On utilisera également *Compagnie à bas coût*.

L'objectif final de ce point sera de confronter deux dynamiques : celle qui voit les grands aéroports investir dans la création de gares ferroviaires au sein de l'infrastructure aéroportuaire avec les compagnies aériennes traditionnelles qui s'allient au mode ferroviaire en pré et / ou post-acheminement de certains de leurs usagers et celle qui voit l'implantation des low cost dans des aéroports régionaux de plus en plus éloignés des grands centres urbains mais qui ne cessent de gagner des parts de marché.

L'origine des compagnies low cost est américaine et la multiplication des compagnies bas coût est liée à la déréglementation du transport aérien de 1978 aux États Unis.

Le concept de ces nouveaux opérateurs se fonde sur un service différent de celui des compagnies traditionnelles²²⁴. En effet, ces compagnies se positionnent sur une partie du marché ; en général les vols courts et / ou moyens courriers, jusqu'à 800km²²⁵. L'idée consiste ensuite à minimiser les services autour du vol pour ainsi diminuer le coût d'exploitation²²⁶. Les compagnies low cost reposent sur quelques principes d'organisation afin de réduire au maximum le coût du service tout en rendant ce service efficace.

Sur l'image de la première compagnie américaine low cost, *Southwest* créé en 1949 mais qui se développe à partir des années 1970, un mode spécifique d'organisation se met en place. Ainsi, le principe même de la low cost repose sur le fait que ces compagnies choisissent des aéroports secondaires ou régionaux pour leur installation. Le choix de ce type d'aéroport permet la réalisation d'économies en termes de taxe aérienne. De plus, en choisissant ce type d'aéroport, elle se donne « un pouvoir de négociation ». Les autres principes reposent sur :

- L'absence de service à bord,
- la vente en direct des billets sur des centrales téléphoniques depuis les années 1970 et aujourd'hui sur les sites internet,
- une flotte homogène et récente,
- un voyage effectué sans billet mais un numéro de réservation,

²²⁴ Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Compagnie aérienne à bas prix, http://fr.wikipedia.org/wiki/Low_cost. **consulté en 2006**.

²²⁵ Jamroziak, M. (2003). La Bataille du ciel européen : l'Apogée des Low-Cost aériennes, <http://fonsek.free.fr/>. **Consulté en 2006**.

²²⁶ Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Transport Aérien : Compagnies à bas coût, http://fr.wikipedia.org/wiki/Transport_a%C3%A9rien. **Consulté en 2006**.

- une seule classe,
- la pratique du « Yield management »²²⁷ sur le principe d'un prix qui augmente au fur et à mesure que l'avion se remplit,
- des liaisons courtes et moyennes distances,
- l'absence de programme de fidélisation,
- un réseau point à point qui fonctionne à partir d'une base et non d'un hub du moins si on fixe sur le modèle de base de la low cost.

Ainsi, à partir de ces principes qui fonctionnent dès 1971 avec *Southwest* aux États-Unis, le nombre de ces compagnies après 1978 se multiplie. En 2003, elles sont une vingtaine à proposer leur service aux États-Unis dont quatre sont considérées comme principale : *Southwest*, *Bluejet*, *Airtran*, *Frontier*. Leur pérennité tient en parti au fait que leur politique s'est basé sur la qualité de service que les compagnies traditionnelles peinent à offrir du fait de leur mode de fonctionnement qui se résume à deux choses pour l'usager : le prix et la ponctualité.

La transposition du modèle low cost en Europe débute avec la création de Ryanair en 1985 en Irlande qui devient low cost au début des années 1990. Viennent ensuite Virgin Express en 1994 et Easyjet en 1997. En janvier 2005, on recensait 54 compagnies low cost en Europe²²⁸. Ryanair et Easyjet étant les deux plus importantes.

Contrairement aux compagnies traditionnelles, les low cost européennes ont privilégié une organisation de leur desserte autour de bases que Pierre Zembri²²⁹ nous propose d'entendre comme des « hubs techniques ». La base « *est définie comme un « hub technique » [où] les appareils [...] repassent entre deux missions différentes, mais [où] les voyageurs ne peuvent effectuer de correspondance entre deux vols* »²³⁰. Cela ne concerne que la maintenance de l'appareil.

Il apparaît, comme le souligne Pierre Zembri, qu'au-delà d'une position moins favorable pour les compagnies traditionnelles, une situation de complémentarité des logiques d'organisation des compagnies traditionnelles et des compagnies low cost.

²²⁷ Le « Yield Management » est un système de gestion des capacités disponibles, comme le nombre de sièges disponibles dans un avion. Ce système de gestion a pour objectif la maximisation du chiffre d'affaires, c'est-à-dire que plus l'avion se remplit plus le prix des sièges augmente.

²²⁸ <http://www.oag.com>

²²⁹ Zembri, P. (2005). *Les Compagnies aériennes "Low Cost" : Vers une nouvelle géographie des réseaux ? Approches comparée Europe - États-Unis*. 16^{ème} FIG (Festival International de Géographie) Le monde en réseaux. Lieux visibles, liens invisibles, Saint-Dié-des-Vosges.

²³⁰ Ibid.

Les low cost seraient utilisés par les usagers moins sensibles à la durée du déplacement et à la fréquence de desserte qu'aux tarifs pratiqués et inversement pour les usagers des compagnies classiques. À cela s'ajoute l'idée que les low cost n'évoluent que ponctuellement en concurrence directe avec les vols des hubs nationaux, pour se positionner sur des lignes peu investies par les compagnies classiques.

Finalement, on peut avancer, même si l'apparition des low cost est récente en Europe, que pour l'instant, à l'inverse des États Unis, les deux types de compagnies coexistent aux bénéfices des territoires et de leur accessibilité.

Il reste cependant à explorer les conséquences de l'implantation des low cost sur l'activité cette fois, des compagnies ferroviaires et du réseau ferroviaire à grande vitesse en particulier. Si les conséquences de l'implantation des low cost sur l'activité des compagnies classiques sont traitées dans la littérature du fait notamment d'une application du modèle américain à l'Europe, l'analyse de ces mêmes conséquences sur l'activité des compagnies ferroviaires reste à travailler.

Pour autant, on peut émettre l'hypothèse que les low cost et le ferroviaire à grande vitesse rentrent en concurrence, car ils exploitent pour partie des dessertes similaires.

L'exemple le plus significatif est la création d'une filiale à bas tarifs de la SNCF, qui lance en 2004 IDTGV sur la ligne Paris – Marseille –Toulon²³¹. Comme pour les compagnies aériennes low cost, IDTGV lance un prix d'appel pour remplir ses TGV en proposant l'aller en seconde classe à 19 € et en première classe à 39 €, alors qu'Easyjet propose un prix d'appel à 50 € pour effectuer ce même trajet. Quelques mois après le lancement de IDTGV, la compagnie low cost Easyjet renonce à exploiter la ligne Orly – Marseille. Il apparaît donc que sur certaines lignes où le ferroviaire est très présent – 62 % des parts de marchés détenus par la SNCF entre Paris et Marseille – les low cost cèdent du terrain face au ferroviaire.

Comme le souligne le journaliste dans son article²³² le même schéma de retrait d'Easyjet, cette fois-ci, partielle s'est opéré entre Paris et Londres devant la concurrence d'Eurostar. L'article précise aussi que Easyjet n'exploitera que deux vols intérieurs français Paris – Nice et Paris – Toulouse, c'est-à-dire là où le TGV

²³¹ Gliszczynski, F. (2004). Le TGV low-cost contraint Easyjet à fermer Paris-Marseille. *La Tribune*, <http://www.latribune.fr>. Consulté en 2006.

²³² Ibid.

effectue ses liaisons en plus de 5 heures (5h35 pour le Paris – Nice et 5h15 pour le Paris – Toulouse).

Depuis 2005, Easyjet n'a développé aucune autre liaison intérieure française. Quant à Ryanair aucune liaison intérieure n'est recensée bien qu'une base soit implantée à Marseille et que l'on compte une vingtaine de liaisons à destination de la France. En France, trois compagnies low cost ont tenté une implantation sans résultat car elles ont successivement déposé le bilan : il s'agit de AirLibExpress en 2003, Aéris en 2003 également et Air Turquoise en juillet 2006.

Il semble alors pour le moment difficile d'évaluer le niveau réel de concurrence entre low cost et ferroviaire à grande vitesse en France notamment. On peut seulement souligner que les low cost et le ferroviaire à grande vitesse sont en concurrence avec les compagnies aériennes classiques sur certaines parties du marché et que celle-ci devrait s'accroître avec le développement des low cost et celui du réseau ferroviaire à grande vitesse européen.

Au-delà, on peut s'interroger sur le bénéfice pour les territoires. Dans une logique purement modale, l'évolution du réseau aérien entre le modèle « traditionnel » de hub, qu'occupe les compagnies classiques sur les aéroports principaux, et le modèle low cost, sur les aéroports secondaires ou non saturés, inscrit le ferroviaire à grande vitesse comme un « *outsider* ».

À l'échelle des liens que peuvent tisser les compagnies aériennes classiques avec le TGV dans les gares d'interconnexions, la complémentarité entre compagnies aériennes et TGV ne peut-elle constituer une réponse à la concurrence des low cost ?

La complémentarité abordée dans ce chapitre sera traitée plus en détail dans la deuxième partie de notre travail. Il y sera question de traiter de la « pertinence modale » à travers l'étude des zones de partage entre modes proposé par Jacques Pavaux en 1991 et la remise en cause de ces mêmes zones par le développement du réseau ferroviaire à grande vitesse.

Conclusion

Nous sommes partis, dans ce chapitre, du constat que dans l'analyse du rayonnement des métropoles, les recherches ne se basent que sur une vision monomodale des réseaux de transport et que cette vision n'inclut, dans la mesure du rayonnement, que le transport aérien et le transport maritime, avec toutefois une vision superposée de logiques modales dans les travaux proposée par Céline Rozenblat et Patricia Cicille sur les villes européennes²³³. Nous avons alors proposé une analyse de la structuration des réseaux rapides, intégrant les transports aérien et ferroviaire à grande vitesse. Le premier point que nous avons choisi de traiter, nous a conduit à définir le réseau ainsi que ses modalités de croissance pour nous positionner dans une vision multimodale où l'objectif est de former un système intégré de transport basé sur l'émergence de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse en tirant parti des possibilités des réseaux rapides.

L'étape suivante nous a amenée à illustrer les dynamiques du réseau ferroviaire à grande vitesse et de l'aérien en Europe. Notre démonstration a ainsi convergé vers l'idée que ces réseaux rapides n'ont pas vocation à desservir l'ensemble des territoires. Ces modes, qui s'inscrivent dans une desserte des pôles entre eux, sont considérés par certains auteurs²³⁴ comme de véritables outils d'aménagement du territoire mais qui n'opèrent pas à toutes les échelles territoriales.

Le réseau ferroviaire à grande vitesse, encore en construction, apparaît comme un intermédiaire entre ferroviaire classique et aérien. Comme le transport aérien, il révèle une profonde mutation de l'espace-temps permettant comme le souligne Jean Ollivro « *d'aller très loin en un temps très court* »²³⁵. Les nœuds de réseaux rapides apparaissent comme des éléments essentiels des territoires, dans l'emboîtement des échelles. Le processus de métropolisation nous renvoie, comme le souligne Céline Rozenblat²³⁶, à deux types de territoires. Le premier type assimilé à des « forces globales » renvoie à des territoires où les modes de transport rapides sont intégrés

²³³ Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). Les Villes européennes : Analyse comparative. Paris, DATAR.

²³⁴ Troin, J.-F. (1995). Rail et aménagement du territoire : Des héritages aux nouveaux défis. Aix-en-Provence, Ed. EPISUD. Et Zembri, P. (2000). "Les Premiers effets spatiaux des recompositions de réseaux aériens en France : des effets d'aubaines fragiles mais une réelle ouverture de nombreuses régions françaises." Flux n°41: 28-40.

²³⁵ Ollivro, J. (2000). L'Homme à toutes vitesses : de la lenteur homogène à la rapidité différenciée. Rennes, Les PUR (Presses Universitaires de Rennes).

²³⁶ Rozenblat, C. (2004). Tissus de villes : Réseaux et systèmes urbains en Europe. Géographie. Montpellier, Université Montpellier III. . 191 p.

dans une logique de desserte à longue portée. Le deuxième type renvoie à des territoires dépendants de ces « forces globales ». L'ensemble de ces territoires nous inscrit dans le processus de métropolisation, que Céline Rozenblat propose de représenter schématiquement de la façon suivante.

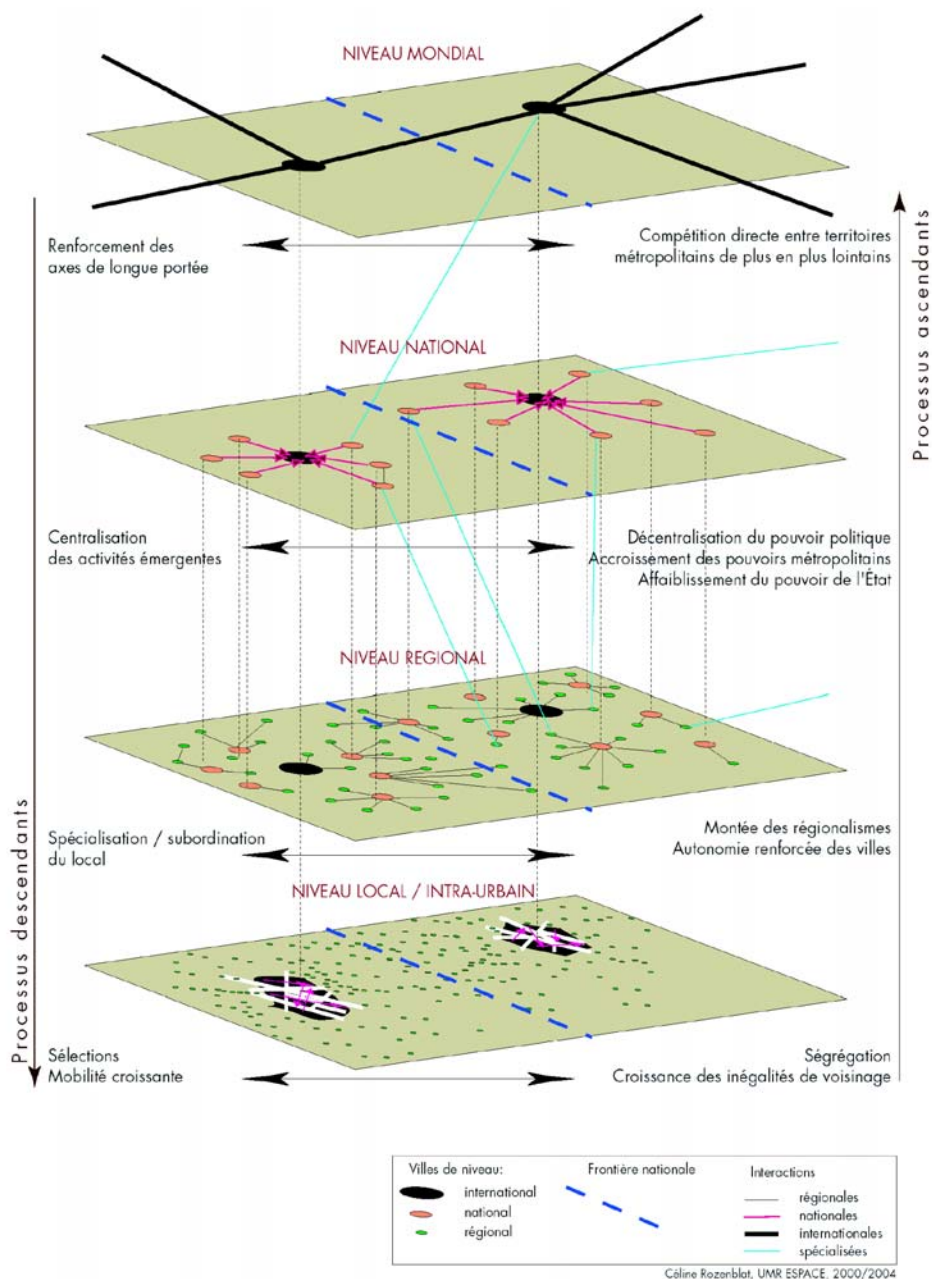


Figure 5 : Niveaux des processus de métropolisation extrait des Tissus de villes²³⁷

On distingue quatre niveaux du processus de métropolisation dans lesquels les modes de transport rapides s'inscrivent et tiennent une place centrale. Dans les faits, les modes de transport vont mettre les territoires en réseau. Les modes rapides vont s'implanter et se développer avec leur propre logique sur certains de ces territoires,

²³⁷ Ibid.

contribuant comme le souligne Pierre Veltz²³⁸ à renforcer les axes à longue portée, dans lesquels ces réseaux s'inscrivent, pour accroître les relations entre certaines villes mais aussi renforcer la concurrence entre les territoires.

Du point de vue des échelles de territoires, les réseaux à grande vitesse vont se structurer à trois niveaux du processus, régional, national et mondial pour l'aérien, privilégiant les deux derniers niveaux et faisant apparaître des discontinuités spatiales. Ainsi, du point de vue de la morphogénèse des réseaux, on trouve dans une phase transitoire où les modes concurrents au début, deviennent complémentaires sur certaines relations pour d'une part constituer une réponse à la concurrence d'autres réseaux et d'autre part accéder à l'échelle de pertinence d'un autre mode. Cette complémentarité se développe au bénéfice d'une meilleure desserte des territoires. Ce dernier point nous renvoie donc à l'articulation des modes de transport rapides, objet de notre recherche, et au questionnement de la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires. Néanmoins, avant d'évaluer cette contribution nous allons chercher à définir la notion d'intermodalité ainsi que ses objectifs et enjeux qui font l'objet de la deuxième partie de notre recherche.

²³⁸ Veltz, P. (1996). Mondialisation, Villes et Territoires : L'économie d'archipel. Paris, PUF.

Conclusion Première Partie

Dans cette première partie, que nous avons découpée en trois temps, nous avons cherché à illustrer les dynamiques des territoires et celles des réseaux, en inscrivant ces dynamiques dans la métropolisation.

Dans un premier temps, nous avons mis en évidence l'idée que les interactions sont le fait des relations des villes aux territoires et des villes entre elles, ce qui nous a positionné autour des notions de système et de réseau. Ainsi, nous avons établi que l'analyse en terme de système, nous conduit à l'étude d'un ensemble composé d'objets qui sont en relation et que l'analyse en terme de réseau nous place dans une approche différente où l'analyse se fait d'abord par des relations qui lient les objets et forment un ensemble. Cette analyse nous amenant à disposer des mécanismes de fonctionnement des interactions, nous avons voulu inscrire ces mécanismes dans le domaine de l'action. Dans cette perspective, notre volonté était d'introduire la notion de polycentrisme comme un scénario possible d'organisation des dynamiques des territoires. Nous avons alors envisagé de travailler sur le polycentrisme des aires métropolitaines et de considérer celui-ci comme une piste dans l'analyse qu'on souhaite mener. Ainsi, ce premier chapitre nous a permis d'évaluer le rôle moteur des villes dans la dynamique des territoires, nous conduisant à inscrire ces territoires dans une organisation polycentrique.

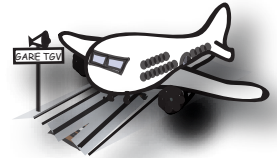
Dans un deuxième temps, nous avons inséré la métropolisation dans l'analyse, l'objectif étant de confronter les processus de métropolisation à la structuration des territoires et du territoire national en particulier. En effet, ce deuxième chapitre nous a premièrement servi à nous positionner sur les notions de métropole et de métropolisation, pour deuxièmement, illustrer les processus métropolitains en France. Cette analyse, nous avons choisi de l'insérer dans la stratégie de renforcement de l'offre métropolitaine française envisagée dans les politiques d'aménagement du territoire, mais surtout dans les travaux de la DATAR. Ainsi, dans la confrontation effectuée dans ce chapitre entre polycentrisme maillé et coopération métropolitaine, nous avons mis en évidence la difficulté à couvrir l'ensemble du territoire, ce qui nous a permis de conforter la piste de travail avancé dans le chapitre

précédent, c'est-à-dire une inscription de notre travail au niveau d'un polycentrisme des aires métropolitaines. Polycentrisme qui s'inscrit donc dans la logique des projets métropolitains.

Dans un troisième temps, nous avons cherché à établir le lien entre métropolisation et structuration des réseaux rapides. Nous sommes partie du constat que l'analyse du rayonnement des métropoles se fait par les modes rapides, dans une logique modale. Nous avons ensuite mis en avant le réseau et ses modalités de croissance pour nous positionner sur une vision multimodale et analyser les dynamiques du réseau ferroviaire à grande vitesse et de l'aérien. L'analyse conduite dans ce chapitre nous a amenée à statuer sur le fait que ces deux réseaux n'ont pas vocation à desservir tous les territoires. De ce fait, nous avons insisté sur l'idée que le développement de ces modes révèlent une profonde mutation de l'espace-temps et que ceux-ci reflètent une logique de desserte à longue portée pour accroître les relations entre certaines villes, mais aussi renforcer la concurrence entre les territoires. Cette logique s'inscrit pleinement dans l'analyse du rayonnement des entités métropolitaines.

Au terme de cette première partie, l'analyse des dynamiques métropolitaines et de la structuration des réseaux rapides, nous amène à reformuler la question autour de la relation entre réseaux et territoires. L'introduction d'un raisonnement multi-échelles et multimodal est-il porteur d'une nouvelle structuration des territoires ?

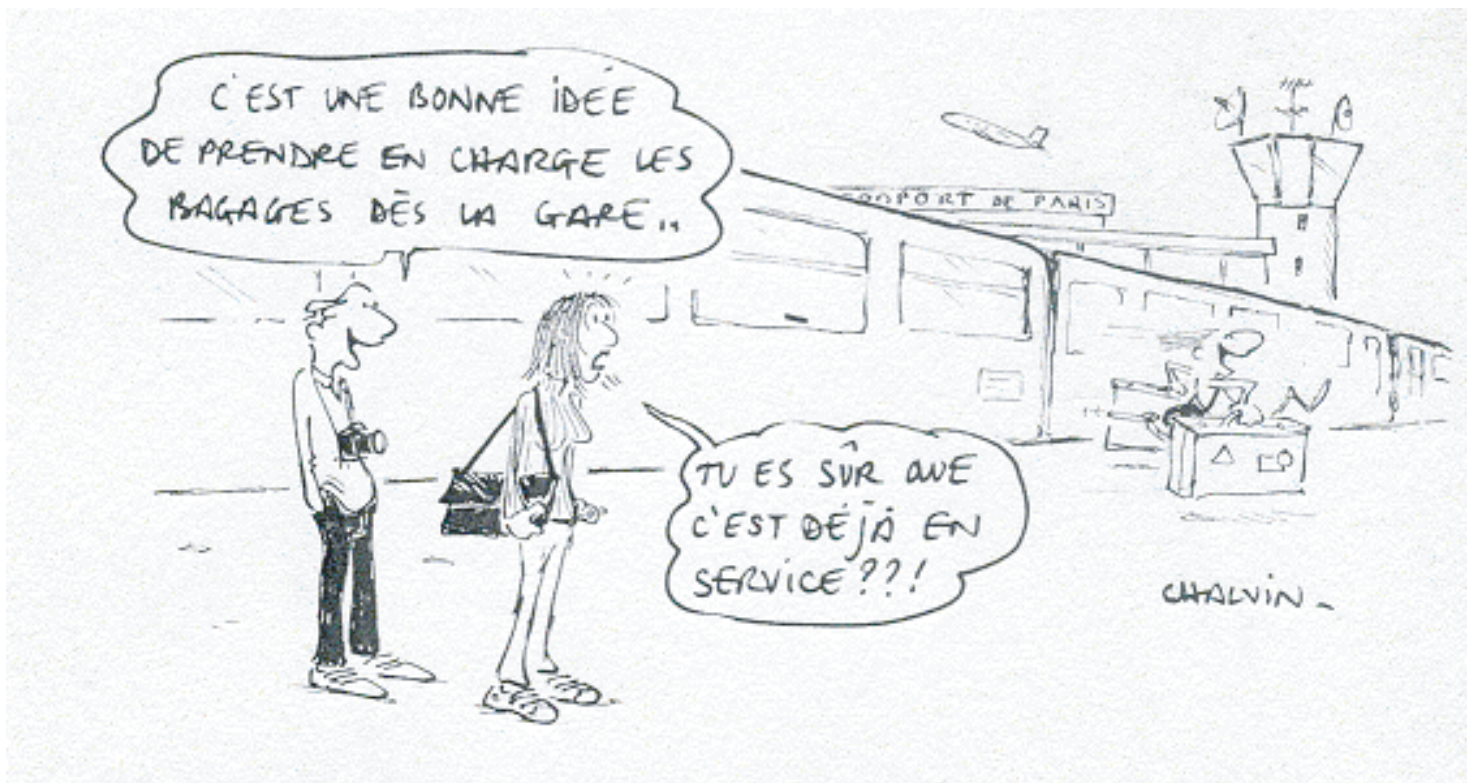
L'évolution des modes aérien et ferroviaire à grande vitesse nous plaçait dans une phase transitoire de la morphogenèse des réseaux où les modes développent des complémentarités qui aboutissent à l'introduction de l'intermodalité dans notre analyse. L'objet de la deuxième partie de la recherche vise à caractériser la notion d'intermodalité et à exposer les fondements de cette notion qui sera évaluée ensuite dans la perspective de ses apports dans l'organisation des espaces métropolitains.



L'Enjeu intermodal

entre

réseau et territoire



Deuxième Partie :

L'Enjeu intermodal : entre réseau et territoire

Introduction

La deuxième partie que nous abordons sous l'angle de l'enjeu intermodal apparaît comme une suite logique des éléments développés dans la première partie. Dans cette dernière, nous avons établi l'idée que notre travail autour de l'analyse du rayonnement des entités métropolitaines nous installait dans une logique de desserte à longue portée effectuée par des modes rapides. Ces modes, inscrits dans une phase transitoire entre concurrence et complémentarité, s'articulent et modifient la perception de la chaîne de transport. Notre objectif est ici d'éclairer l'articulation des modes aérien et ferroviaire à grande vitesse en structurant notre propos autour de trois points.

Ainsi, on propose premièrement l'analyse du concept d'intermodalité et des concepts voisins. Cette analyse menée dans un contexte pluridisciplinaire nous amènera à nous positionner sur le concept et à soulever les questionnements autour de celui-ci. Deuxièmement, après la mise en évidence des objectifs et du fonctionnement de l'intermodalité, nous proposons de nous intéresser à l'inscription de la thématique de l'intermodalité en termes de concurrence et de complémentarité des modes de transport. Ce deuxième chapitre aura aussi pour objectif de dégager les apports de l'intermodalité en termes de mobilité et d'accessibilité. Il sera enfin question d'étudier les enjeux des liaisons intermodales et de dresser une typologie des lieux intermodaux aéro-ferroviaire à grande vitesse en Europe.

Le troisième chapitre de cette deuxième partie s'intéressera quant à lui à la place de l'intermodalité dans les politiques de transport mais aussi les politiques d'aménagement du territoire dans un contexte national mais aussi européen.

Chapitre 4 : L'intermodalité : un concept à préciser

Introduction

L'intermodalité au service du voyageur constitue aujourd'hui un élément majeur des discours sur les politiques de transport et d'aménagement des territoires. Elle apparaît à diverses échelles comme une solution aux problèmes du transport urbain, mais aussi interurbain. Dans tous ses déplacements, le voyageur est soumis à l'utilisation d'un ou de plusieurs modes de transport. De plus, s'il est admis que personne n'habite dans une gare ou un aéroport, on doit considérer que tout déplacement en transport en commun nécessite en complément l'usage de plusieurs modes. L'objectif de ce chapitre est de caractériser le concept d'intermodalité, de positionner la recherche par rapport à ce concept, ainsi que de définir les concepts qui lui sont associés.

1. Des définitions multiples de l'intermodalité

L'intermodalité n'est pas un concept qu'on peut appréhender frontalement sans faire appel à plusieurs autres comme la multimodalité, l'interconnexion, l'interopérabilité ou encore l'interfonctionnement. Au-delà de cette constatation, même si l'emploi de certains de ces termes est récent dans le domaine du transport, il n'en reste pas moins qu'il existe une multitude de définitions qui nous obligent d'une part, à prendre position et, d'autre part, à confronter les points de vue de tous ceux qui ont contribué à faire évoluer le sens et l'utilisation de ces termes.

Si la pratique de l'intermodalité existe depuis longtemps, le terme d'intermodalité appliqué aux réseaux de transport, est d'un emploi relativement récent, comme l'atteste son introduction dans le dictionnaire d'usage courant en 2001.

Au sein de l'ensemble des définitions recensées, il est possible de faire une première distinction. En effet, certaines définitions restent purement descriptives, n'abordant l'intermodalité que comme une manière de se déplacer en articulant plusieurs modes de transport. D'un autre côté, on trouve un certain nombre d'autres définitions qui introduisent une dimension qualitative pour envisager cette manière de se déplacer en articulant plusieurs modes de transport : la notion de rupture de charge fait partie de cette dimension qualitative. La deuxième distinction que nous avons faite, a été d'écarter les définitions traitant uniquement des marchandises et de garder celles qui apportaient des informations susceptibles d'être transposables aux transports de voyageurs.

Ainsi, dans ce premier point, notre propos s'articulera autour de trois aspects. Le premier, exposera les définitions de l'intermodalité à dominantes descriptives. Le deuxième aspect s'attachera à des définitions qui introduisent l'idée de la qualité dans l'articulation des modes de transport. Ces deux premiers aspects feront apparaître la diversité des points de vue se rapportant à ce concept. Cette diversité est renforcée par le fait que l'analyse bibliographique déborde une approche purement géographique pour s'inscrire dans une perspective pluridisciplinaire. Enfin, dans le dernier aspect, outre la synthèse des définitions recensées, nous

positionnerons notre propre recherche sur celle qui semble la plus appropriée pour la suite de notre travail.

1.1 Intermodalité : définitions à dominante descriptive

La définition minimale, mais sans doute la plus ouverte, est donnée par le dictionnaire²³⁹ qui qualifie l'intermodalité comme « *la mise en jeu de plusieurs modes de transport* ». On ne peut se satisfaire d'une telle définition car elle ne décrit pas le processus par lequel l'intermodalité se réalise, de plus, les termes utilisés pour la définir sont insuffisamment signifiants. Passé dans le langage courant et utilisé entre autre par les médias, l'intermodalité reste encore aujourd'hui un terme imprécis. La nécessité d'aller plus loin dans sa définition apparaît nécessaire. Dans cette recherche de clarification, les diverses acceptations de l'intermodalité recensées permettent de souligner, d'abord, des définitions liées à un déplacement qui l'envisage comme la « *possibilité de passer d'un mode de transport à un autre* »²⁴⁰. Cette définition qui met l'accent sur le passage d'un mode à l'autre est proposée par le Groupe d'étude et de mobilisation sur les réseaux et les territoires, reprise par Jean-Marc Offner²⁴¹ ou encore par Fabienne Margail²⁴². On trouve ensuite des définitions de l'intermodalité comme l'« *emploi de plus d'un mode de transport entre l'origine et la destination du déplacement* » ou encore la « *combinaison d'au moins deux modes de transport lors d'un déplacement* »²⁴³ qui envisagent la totalité d'un déplacement.

On dispose aussi de définitions qui traduisent une certaine logique de réseau et renvoient au principe général d'association des modes de transport. Dans cet esprit, on considère l'intermodalité comme la « *complémentarité entre les modes de transport* »²⁴⁴.

²³⁹ Petit Larousse illustré 2000

²⁴⁰ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation. Paris, La Documentation Française.

²⁴¹ Offner, J.-M., Hubert, J.-P., Margail, F. et Zembri, P. (1995). Les Enjeux organisationnels et territoriaux des interconnexions de réseaux de transports collectifs. Paris, CNRS-GDR 903 "Réseaux": 112.

²⁴² Margail, F. (1996). "De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion (Note de recherche)." Flux **25**: 28-35.

²⁴³ Bussière, Y., Madre, J.-L., Armoogum, J. et Bernard, A. (1997). "Motorisation et intermodalité : une comparaison Montréal-Paris." Transports **381**: 30-40.

²⁴⁴ Cinotti, E. et Treboul, J.-B. (2000). Les TGV Européens. Paris, PUF Que sais-je ?

A côté de cet ensemble de définitions de nature descriptive, on trouve un groupe de définitions qui met en relief la dimension qualitative de l'intermodalité.

1.2 Intermodalité : définitions à dominante qualitative

Retenant l'idée que l'intermodalité est l'articulation de deux modes, les définitions que nous regroupons ici associent à la dimension descriptive des indications sur la qualité de l'articulation. Cette deuxième approche de l'intermodalité, nous permet de distinguer une quinzaine de définitions qui insistent sur la pratique de l'intermodalité.

La dominante qualitative de l'intermodalité met en avant à la fois l'usage et le déplacement mais aussi, le principe même de l'articulation.

On regroupe ici trois définitions qui sont liées à l'usage et au déplacement, qui considèrent l'intermodalité comme la « *pratique de transport dans laquelle on utilise successivement plusieurs modes de transport sans pratiquer des ruptures de charge d'un mode de transport à l'autre* »²⁴⁵. Elle est ensuite considérée comme l'ensemble des « *possibilités offertes à l'usager d'articuler plusieurs réseaux de transport relevant d'opérateurs distincts afin de mieux relier les lieux entre eux* »²⁴⁶. Enfin, elle est considérée comme « *la combinaison de modes de transport différents dans une expérience de voyage sans rupture* »²⁴⁷.

De ce fait, nous pouvons insister sur l'idée que l'intermodalité nous conduit au-delà de la simple pratique de transport ou de l'articulation des modes de transport. L'intermodalité renvoie ici à la combinaison des modes de transport sans rupture de charge avec une facilité du déplacement pour l'usager. Cette dernière idée peut paraître contradictoire sachant que le changement même de mode de transport traduit la rupture. Néanmoins, lorsqu'on évoque la combinaison sans rupture de charge, on veut souligner que la rupture est « pensée » par les acteurs qui l'ont en charge.

²⁴⁵ Groupe MADITUC (2002). Glossaire Transport, Groupe MADITUC Département du Génie Civil de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

²⁴⁶ Menerault, P. (2002). Définitions : Interconnexion et intermodalité dans la théorie territoriale des réseaux. Glossaire Transport (A paraître). C. N. d. G. d. Transports: 4.

²⁴⁷ Rochat, P. (2002). Intermodal transportation fosters international trade and sustainable development, IATA. (*The combining of different modes of transport into a seamless travel experience, définition de Michael Feldman cité par Philippe Rochat*).

Cette rupture de charge²⁴⁸ peut être décomposée en deux parties :

- Une **rupture** d'abord **physique** qui apparaît dès qu'il y a un changement d'échelle au cours du déplacement. C'est-à-dire un changement d'échelle dans les modes de transport utilisés ; un bus puis un TGV par exemple, soit le passage de l'échelle locale à une échelle nationale voire internationale.
- Une **rupture d'optimisation fonctionnelle** qui apparaît lorsqu'il n'y a aucun véritable fonctionnement en réseau de l'ensemble des infrastructures et des services desservant un bassin de vie. Ici, on ne note pas un changement d'échelle mais un changement de mode au sein d'une ville ou d'une région, qui correspond à une limite de réseau. L'exemple le plus représentatif est dans un espace urbain, l'utilisation successive d'un métro puis d'un bus : la rupture est effective quand le métro s'arrête en station et que l'utilisateur doit emprunter un bus pour atteindre son lieu de destination.

La rupture de charge n'est pas simplement une coupure dans le déplacement. Elle est perçue comme une perte de temps et une source d'inconfort, qui défavorise le mode au-delà des effets de prix et de temps de parcours. Elle pénalise le déplacement²⁴⁹. C'est ainsi qu'entre la recherche d'une meilleure accessibilité au lieu par la performance des systèmes de transport, d'une part, et le développement de l'intermodalité d'autre part, on ne se trouve pas dans la même perspective. D'un côté, le progrès est dans la fin de la rupture de charge ; de l'autre, il est dans la mise en place d'un lieu qui va favoriser l'articulation des modes de transport. La contradiction est là. La performance des systèmes de transport met en avant la conception d'une chaîne de transport où la totalité de la prestation doit se faire sans disjonction²⁵⁰. A l'inverse, la mise en place de l'intermodalité, traduit ce même déplacement en organisant la rupture. Ces deux idées potentiellement contradictoires, sont pourtant présentées, l'une comme l'autre, comme des objectifs à atteindre.

²⁴⁸ Margail, F. (1993). Gestion des lieux d'échanges et rôle de l'interface. Paris, ENPC-DFC/SNCF-DAR: 8.

²⁴⁹ Vilmar et Paix (1994). Les Effets des ruptures de charge sur la concurrence entre l'avion et le train. Paris, SNCF Direction de la recherche: 8.

²⁵⁰ Kopecky, M. (1999). "Le Nouveau paysage ferroviaire européen." *Transports* **398**: 392-416.(Article).

La deuxième série de définitions recensée, nous éloigne de l'idée de l'usage et d'une vision tournée vers les voyageurs pour adopter une conception orientée vers les opérateurs de transport.

Nombre d'auteurs évoquent alors l'intermodalité comme un principe d'articulation des modes de transport, qui correspond à une certaine organisation des systèmes de transport. L'articulation proposée doit permettre la coordination, la complémentarité et la coopération des systèmes modaux. L'alliance de ces trois composantes traduit le niveau de qualité de l'articulation. La qualité de l'articulation se compose de l'information, de la tarification, de la réservation, de la prise en charge des bagages, mais elle fait également référence à la continuité du déplacement.

Dans cette perspective, l'intermodalité est perçue tour à tour comme :

- un « système faisant appel à au moins deux modes de transport. Ces modes partageant des caractéristiques "manutentionnaires" permettant un transfert efficace entre les modes durant le parcours origine-destination. »²⁵¹,
- une « interconnexion d'équipements complémentaires, coopérant entre eux afin de transporter des flux de personnes [...], et d'acheminer ces flux d'une origine vers une destination. »²⁵²,
- un « principe d'organisation et d'articulation de l'offre de transport, visant à coordonner plusieurs systèmes modaux par une gestion et un aménagement spécifique des interfaces entre les différents réseaux. »²⁵³,
- « une caractéristique d'un système de transport, en vertu de laquelle au moins deux modes différents sont utilisés de manière intégrée pour compléter une chaîne de transport porte à porte »²⁵⁴,
- un « principe qui repose sur le changement de modes de transport au cours d'un même déplacement afin de faire baisser la part de la voiture particulière. Exemple: On dépose son automobile dans un parc relais, pour prendre le

²⁵¹ Rodrigue, J.-P. et Comtois, C. (1999). Transport intermodal et transport multimodal, blues.lemig.umontreal.ca/geotrans/fr/ch3fr/conc3fr/ch3c5fr.html.

²⁵² Curien, N. (2000). Economie des réseaux. C. Repères. Paris, La Découverte: 128.

²⁵³ Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). Politiques et pratiques d'intermodalité. Paris, GART.

²⁵⁴ Commission Européenne (1997). Transports combinés : Intermodalités des transports de fret, <http://europa.eu.int/scadplus/leg/fr/lvb/l24179.htm>.

tramway et le bus afin de se rendre sur son lieu de travail. Puis en fin de journée on retrouve son véhicule pour rentrer à son domicile »²⁵⁵.

On peut d'ores et déjà aller plus loin dans la définition en soulignant quelques uns des objectifs de l'intermodalité. En effet, François Plassard, avance l'idée que *« dans le cadre d'une combinaison air-fer, il sera possible de parler d'intermodalité air-fer si et seulement si les deux modes sont réunis en un et même lieu et parallèlement y sont complémentaires »²⁵⁶*. Pour établir l'intermodalité, il faut alors la réunion des modes en un même lieu.

De son côté, Dominique Gardin introduit les objectifs de l'intermodalité en insistant sur l'amélioration de la chaîne de transport et la qualité de service. Il considère qu'*« un des objectifs de l'intermodalité [est] d'obtenir une chaîne complète de transport, une chaîne de porte à porte améliorant l'efficacité globale du système de transport, une intermodalité efficace basée sur la qualité de service dépendant de la compatibilité, de la coordination et de la complémentarité entre les réseaux. »²⁵⁷*.

La dernière définition proposée à la fois descriptive et qualitative apparaît la plus complète, exprimant une vision mixte, des usagers et des opérateurs, et met en relief des objectifs à la fois techniques et spatiaux. Dans cet esprit, Jean Varlet définit l'intermodalité comme la possibilité de *« passer ou de faire passer d'un mode de transport à un autre. L'intermodalité s'intéresse à l'aménagement des ruptures de charge entre deux modes, dans la perspective de diminuer les temps de correspondances, leur pénibilité, et donc d'améliorer l'ensemble de la chaîne de transport, notamment collectif, la finalité étant de rendre ces derniers davantage compétitifs par rapport à la voiture particulière, et ainsi de réduire leur seule utilisation. Elle participe à l'intégration des réseaux hétérogènes et, par voie de conséquence à l'intégration des territoires. L'intermodalité nécessite l'interconnexion de réseaux hétérogènes, que celle-ci se présente sous forme ponctuelle, voire réticulaire, ou encore sous forme linéaire »²⁵⁸*.

²⁵⁵ TCL (Transports en commun Lyonnais) (2002). Le Petit glossaire des transports en commun, www.tcl.fr/part_tcl/site_histoire/part_glossaire/.

²⁵⁶ Plassard, F. (1991). "Le Train à grande vitesse et le réseau des villes." *Transports* **345**: 14-23.

²⁵⁷ Gardin, D. (1996). Aéroports et Environnement : Argumentaire. Paris, Direction Générale de l'Aviation Civile: 77.

²⁵⁸ Varlet, J. (2003). "Intermodalité et Territoires." *R.G.T Express (Réseau des Géographes de transports), Lettre d'informations n° 6 & 7*: 18 p.

1.3 Pour une définition de l'intermodalité...

Ce recensement des définitions de l'intermodalité nous amène, dans un souci de clarification à présenter une synthèse récapitulative sous forme de tableau²⁵⁹.

Entre définitions descriptives et qualitatives, l'intermodalité s'inscrit dans deux directions :

Premièrement, on peut l'envisager comme une **pratique de transport** dans laquelle s'utilisent successivement et sans rupture de charge au moins deux modes de transport. Deuxièmement, elle peut correspondre à un principe de **combinaison de modes de transport** interconnectés grâce à des équipements complémentaires et coordonnés par une gestion et un aménagement spécifique des interfaces entre les réseaux, voire une intégration des services.

Cependant, s'il existe plusieurs définitions, les différentes sources étudiées correspondent à des points de vue parfois divergents.

En effet, il est possible de regrouper des ensembles d'auteurs selon trois perspectives privilégiées souvent complémentaires, où les auteurs expriment et/ou analysent l'intermodalité selon une position politique, selon un point de vue d'opérateurs de transport, ou bien sous l'angle des usagers.

L'ensemble des définitions analysées ont en commun l'idée que l'intermodalité représente la complémentarité ou la combinaison d'au moins deux modes de transport. Mais à partir de cette base commune les trois points de vue – politique, opérateur, usager – interviennent pour forger des définitions sensiblement différentes. Comme chaque point de vue renvoie à l'un des acteurs qui jouent un rôle dans l'intermodalité, chaque conception révèle les enjeux de l'intermodalité.

De plus, dans chacune des sources étudiées, la définition d'intermodalité est très souvent reliée à de nombreux concepts qui permettent de mieux l'appréhender. Ces autres concepts sont, pour certains, voisins et, pour d'autres, opposés à celui de l'intermodalité. L'abondance des notions connexes n'étant pas toujours de nature à éclairer le débat, nous allons présenter l'ensemble de ces termes avant de fixer notre propre conception.

²⁵⁹ Cf. annexe 2.

2. Intermodalité et notions voisines

Introduction

Le point précédent nous a permis de souligner la présence de nombreuses notions voisines de l'intermodalité. Ce point a donc pour ambition d'éclairer le sens de ces notions, avant de nous permettre d'émettre notre conception de l'intermodalité.

2.1 Le transport intermodal

Pour aller plus loin dans l'analyse, et rendre compte de la diversité des points de vue, il est nécessaire maintenant de mettre en évidence le fait que l'intermodalité concerne à la fois les voyageurs et les marchandises. Dans ce contexte d'analyse, on note que la définition du terme intermodalité est souvent associée à la définition du **transport intermodal** appliquée au fret.

Dans ce sens, les sources sont nombreuses et le transport intermodal est tout d'abord considéré par certains comme « *un **mouvement de marchandises ou de personnes** mettant en jeu différents modes de transports **successifs**. Il est plus souvent appliqué au transport de marchandises. Le transport intermodal implique un mouvement de marchandises sur un même véhicule (ou dans un même conteneur, etc.) faisant appel à au moins deux modes de transport, mais qui n'entraîne pas de manutention des marchandises elles-mêmes lors d'un changement de mode.* »²⁶⁰. Cette définition permet d'insister sur le fait que intermodalité et transport intermodal ne sont pas des termes déconnectés. Et donc que sous une dénomination commune on peut traiter des marchandises et partiellement des voyageurs si on reprend la première partie de la définition qui définit le transport intermodal comme le « ***mouvement de marchandises ou de personnes** mettant en jeu différents modes de transports **successifs**...* »²⁶¹.

A l'inverse, le terme de transport intermodal est pour d'autres auteurs **strictement** réservé aux **marchandises**, c'est notamment le cas, dans une acception plus institutionnelle où le transport intermodal apparaît comme « *un mouvement de marchandises (sur une même unité de charge ou sur un même véhicule) par*

²⁶⁰ CONVERA et Office de la langue Française (2002). Le Grand Dictionnaire Terminologique, http://www.granddictionnaire.com/_fs_global_01.htm.

²⁶¹ Ibid.

différents modes de transport successifs sans qu'il y ait manutention des marchandises elles-mêmes lors du changement de mode »²⁶². Avec cette définition, on entre dans une vision technique qui fait référence à une manière de se déplacer et à une organisation de ce déplacement.

La Communauté Européenne dans ce même contexte préfère le terme de transport combiné à celui de transport intermodal. L'ONU (Organisation des Nations Unies), quant à elle, envisage le transport intermodal comme *« l'acheminement d'une marchandise utilisant deux modes de transport ou plus mais dans la même unité de chargement ou le même véhicule routier, et sans empotage ni dépotage. Par extension, l'intermodalité caractérise un système de transport en vertu duquel deux modes de transport ou plus sont utilisés par la même unité de chargement ou le même véhicule routier, sans empotage ou dépotage, pour permettre une chaîne de transport de porte à porte »²⁶³. L'ONU complète ces propos avec la définition du transport combiné appréhendé comme un type de « transport intermodal dont les parcours principaux, en Europe, s'effectuent par rail, voies navigables ou mer et dont les parcours initiaux et/ou terminaux, par route, sont les plus courts possible »²⁶⁴.*

L'examen des définitions de l'intermodalité appliquées aux transports de marchandises apporte des précisions supplémentaires. Effectivement, le transport intermodal est évoqué comme une forme particulière de **transport multimodal**, défini par la Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) comme *« un transport de marchandises par au moins deux modes de transport différents ou plus »²⁶⁵.*

Au-delà des différentes positions exposées, même s'il est évident que le transport intermodal ainsi que le transport combiné s'insèrent parfaitement dans une logique de transport de marchandises, l'introduction de la **multimodalité** comme une forme particulière du transport intermodal et par extension de l'intermodalité pose question du sens exact de ce terme. A ce stade, il est de nouveau nécessaire de prendre position sur ces deux vocables de multimodalité et de plurimodalité.

²⁶² Eurostat (2002). CODED: Base de données de concepts et de définitions d'Eurostat, <http://forum.europa.eu.int/irc/dsis/coded/info/data/essai/fr/all.htm#T>.

²⁶³ Ibid.

²⁶⁴ Ibid.

²⁶⁵ Ibid.

2.2 Multimodalité et plurimodalité

Comme pour tous les termes évoqués jusqu'à maintenant, la notion de multimodalité prend un sens différent selon son contexte d'utilisation. Les travaux du Groupe d'Etude et de Mobilisation dans Réseaux et Territoires²⁶⁶, repris par d'autres auteurs comme Jean-Marc Offner²⁶⁷ et Fabienne Margail, sont notre première entrée.

Leur point de départ est l'intermodalité. Sa définition leur permet d'introduire parmi d'autres notions, celle de la multimodalité. L'intermodalité y est caractérisée comme la « *possibilité de passer d'un mode de transport à un autre ; [à] ne pas confondre avec [la] **multimodalité** ou **plurimodalité** [comme l'] appartenance d'une infrastructure à plusieurs modes* »²⁶⁸. Ici, l'intermodalité est associée à une manière de se déplacer, tandis que la multimodalité est liée à une infrastructure.

Cependant, on constate une évolution car Fabienne Margail fait état de l'usage conjoint des deux termes à propos de l'analyse des déplacements. Elle précise toutefois que, lorsque la chaîne modale est organisée, on emploie de préférence le terme d'intermodalité. Tandis que le terme de multimodalité est vu « *d'un point non plus technique mais territorial, [comme pouvant] signifier la présence sur un territoire donné de plusieurs modes susceptibles d'être utilisés alternativement dans certaines conditions pour effectuer un déplacement* »²⁶⁹.

Cette dernière précision nous permet d'opposer la multimodalité vue comme un **usage alterné** de plusieurs modes de transport pour se déplacer, à l'intermodalité qui renvoie à un **usage successif** de plusieurs modes de transport au cours d'un déplacement. Notons que l'on retrouve ici une définition de l'intermodalité qui met en

²⁶⁶ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation. Paris, La Documentation Française.

²⁶⁷ Offner, J.-M., Hubert, J.-P., Margail, F. et Zembri, P. (1995). Les Enjeux organisationnels et territoriaux des interconnexions de réseaux de transports collectifs. Paris, CNRS-GDR 903 "Réseaux": 112.

²⁶⁸ Ibid.

²⁶⁹ Margail, F. (1996). "De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion (Note de recherche)." Flux 25: 28-35. (Article) Et Margail, F. (1998). De l'Automobilité à l'intermodalité dans les métropoles (From exclusive car use to 'intermodality' in Metropolis). La Politique de déplacements urbains : outils du Développement Durable (Urban Transport Policy). Balkema. Rotterdam: 451-456. (Extrait d'ouvrage) « Ces deux termes renvoient à l'exploitation de situations de complémentarité entre les différents modes, complémentarité qui peut fonctionner dans l'espace et/ou dans le temps. Le terme d'intermodalité sera réservé aux cas d'organisation de la chaîne modale (les modes sont combinés en série, pour faire une analogie électrique). Celui de multimodalité est plus polysémique : il peut soit servir à qualifier une infrastructure (ouverte à la circulation de différents modes) ou, d'un point de vue non plus technique mais territorial, peut signifier la présence sur un territoire donné de plusieurs modes susceptibles d'être utilisés alternativement dans certaines conditions pour effectuer un déplacement (les modes fonctionnent en parallèle) ».

avant la qualité de l'articulation des modes de transport et adopte une vision proche de l'opérateur de transport.

Notre analyse se résume alors de la façon suivante :

- La multimodalité correspond à un **usage alterné** de plusieurs modes de transport **pour se déplacer**, chaque déplacement consiste soit en un segment monomodal, soit en une chaîne de déplacement utilisant au moins deux modes de transport au cours d'un déplacement. La figure suivante illustre nos propos :

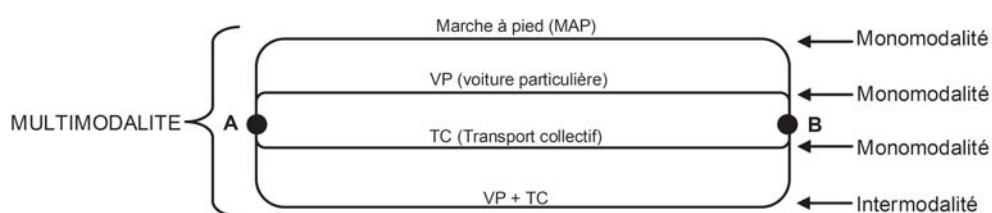


Figure 6 : Représentation schématique de la multimodalité

- L'intermodalité désigne un **usage successif** de plusieurs modes de transport **au cours d'un déplacement**, soit un déplacement qui combine au moins deux modes. L'avion et le TGV associés de la façon suivante forment un déplacement intermodal :



Figure 7 : Représentation schématique de l'intermodalité

En concordance avec cette opposition des deux notions appliquées à un déplacement, les travaux du GART²⁷⁰ envisagent la multimodalité comme le « *recours à plusieurs modes de transport pour satisfaire des besoins de déplacement, synonyme de plurimodalité* ». Ces travaux introduisent aussi la notion **d'individu multimodal**, qu'ils définissent comme une « *personne qui a recours de façon régulière à plusieurs modes de transport différents, choisis en fonction des circonstances et de la nature de ses déplacements* »²⁷¹.

²⁷⁰ Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). *Politiques et pratiques d'intermodalité*. Paris, GART.

²⁷¹ Ibid. (Ouvrage)

Ces mêmes auteurs décrivent également **l'offre multimodale** comme une « *infrastructure ou service permettant à une personne d'utiliser au choix un des modes de transport proposés ou de les articuler successivement : pôle multimodal, information multimodale* ». Cette interprétation combine les deux notions, intermodalité et multimodalité lorsqu'elle est associée à une infrastructure ou à un service et concorde donc avec celle adoptée par Fabienne Margail²⁷².

Dans le domaine des marchandises une autre définition, proposée par Jean-Paul Rodrigue et Claude Comtois²⁷³, considère la multimodalité comme « *l'ensemble de modes offrant leurs services sur une distance quelconque entre origine et destination. Bien que le transport intermodal soit possible, le transport multimodal ne l'implique pas forcément* »²⁷⁴. Cette définition donnée pour le transport de marchandises reste applicable au transport de voyageurs. Ici, l'intermodalité désigne une chaîne de transport empruntant plusieurs modes, tandis que la multimodalité désigne la totalité des modes de transport présents pour effectuer un déplacement. Dans cette acception, la multimodalité peut très bien ne concerner que des chaînes monomodales, qui ne nécessitent pas l'intermodalité donc la combinaison de plusieurs modes. On retrouve ici la notion d'utilisation successive (intermodalité) opposée à une utilisation alternée (multimodalité) qui apparaît lorsque l'on traite de l'usage ou du déplacement.

Toujours dans le domaine du transport de marchandises, la multimodalité pour Christian Reynaud, Patrice Salini, Georges Gac renvoie à « *l'utilisation combinée de plusieurs modes de transport* »²⁷⁵. Ce point de vue exprimé pour le transport de marchandises renforce l'ambiguïté des termes, ne tenant compte ni de l'usage alterné, ni de l'usage successif et encore moins de l'infrastructure ou de la qualité de la combinaison. Cette conception est analogue aux définitions descriptives de l'intermodalité et notamment celle du dictionnaire d'usage courant (Le Petit Larousse) qui est la plus ouverte.

²⁷² Margail, F. (1996). "De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion (Note de recherche)." *Flux* **25**: 28-35.

²⁷³ Rodrigue, J.-P. et Comtois, C. (1999). Transport intermodal et transport multimodal, blues.lemig.umontreal.ca/geotrans/fr/ch3fr/conc3fr/ch3c5fr.html.

²⁷⁴ Ibid.

²⁷⁵ Reynaud, C., Salini, P. et Gac, G. (1989). "Réseaux de transport à grande vitesse : Quelles évolutions ?" *Transports* **335**: 158-166.

Le transport de marchandises introduit d'autres notions, concernant les infrastructures, comme les « *plates-formes logistiques **multimodales** qui utilisent plusieurs modes de transport en privilégiant les transferts avec rupture de charge opposées aux plates-formes logistiques **intermodales** qui elles, utilisent deux, voire trois ou quatre modes de transport en privilégiant les équipements de transfert sans rupture de charge (la marchandise ne changeant pas de contenant)* »²⁷⁶.

Dans ces définitions, l'**intermodalité** est donc associée à une **qualité d'articulation** des modes de transport entre eux, tandis que la **multimodalité** se rapporte à une situation de **moindre qualité**.

Concernant les infrastructures, les notions d'intermodalité et de multimodalité s'opposent, mais sur un critère différent de celui sur lequel elles s'opposent quand on s'intéresse à l'usage. Nous proposons la synthèse suivante :

- La plate-forme multimodale renvoie à :
l'utilisation de plusieurs modes de transport en privilégiant les transferts **avec rupture de charge**
- Tandis que la plate-forme intermodale reflète :
l'utilisation de deux, voire trois ou quatre modes de transport en privilégiant les équipements de transfert **sans rupture de charge**

Pour résumer, on distingue deux situations mettant en scène l'intermodalité et la multimodalité :

- Un premier cas, où l'**opposition** entre l'**intermodalité** et la **multimodalité** se fait lorsque les deux notions caractérisent le déplacement ou l'usage. L'intermodalité est employée lorsqu'on utilise successivement plusieurs modes de transport au cours d'un déplacement tandis que la multimodalité désigne la possibilité d'utiliser plusieurs moyens de transport alternatifs pour se déplacer.

²⁷⁶ Chapelon, L. et Cicille, P. (2000). *Atlas de France : Transports et énergie*. Montpellier, Reclus.

- Et deuxièmement, lorsque l'intermodalité et la multimodalité caractérisent une infrastructure ou un service. La différence se fait alors sur la qualité de l'articulation : rupture de charge pour la multimodalité ou continuité du déplacement pour l'intermodalité.

Ces propos nous amènent à conclure que ces deux notions ne possèdent pas de définition stable. Le contexte de leur utilisation et le point de vue adopté donnent un sens évolutif à ces notions. Dans le premier cas, différenciant les deux notions selon l'usage, on va retrouver des auteurs qui travaillent sur les réseaux et qui adoptent un point de vue institutionnel. Le deuxième cas, où la distinction renvoie à la qualité de l'articulation, regroupe en grande majorité des spécialistes du transport des marchandises qui caractérisent l'une ou l'autre des notions de multimodalité et d'intermodalité au niveau de l'infrastructure ou du service fourni.

L'éclaircissement nécessaire sur ces termes appelle le développement d'un traitement similaire des notions de monomodalité, d'unimodalité ou encore sur l'intramodalité, qui sont liés à l'intermodalité et la multimodalité.

2.3 Monomodalité, unimodalité et intramodalité

À l'inverse des deux notions définies auparavant, les termes de **monomodalité** et d'**unimodalité** traduisent généralement « *l'utilisation d'un seul mode de transport au cours d'un déplacement entre deux lieux* »²⁷⁷. Par opposition à la notion d'intermodalité, celle de monomodalité fait apparaître les déplacements au sein d'un même mode comme ne générant pas de rupture de charge. Or les correspondances entre deux avions ou entre deux trains constituent des coupures à l'intérieur d'un mode. Ces ruptures au sein d'un même mode de transport sont parfois exprimées au travers de la notion d'**intramodalité**. Elle traduit, selon le Groupe d'Etude et de Mobilisation repris par Jean-Marc Offner et Jean-Paul Hubert, « *la possibilité de changer à l'intérieur d'un même mode* »²⁷⁸, soit une correspondance par exemple entre deux avions ou entre deux trains.

²⁷⁷ Groupe MADITUC (2002). Glossaire Transport, Groupe MADITUC Département du Génie Civil de l'Ecole Polytechnique de Montréal. (Document électronique).

²⁷⁸ Offner, J.-M., Hubert, J.-P., Margail, F. et Zembri, P. (1995). Les Enjeux organisationnels et territoriaux des interconnexions de réseaux de transports collectifs. Paris, CNRS-GDR 903 "Réseaux": 112.

Plusieurs fois utilisés jusqu'ici, le terme correspondance mérite d'être plus amplement expliqué. Pour Fabienne Margail, la correspondance²⁷⁹, représente à la fois :

- une relation commode entre deux moyens de transport de même nature ou différents,
- un moyen de transport qui assure cette liaison,
- une station de métro où se croisent plusieurs lignes.

La correspondance évoque donc un **transfert** entre les modes de transport. Son organisation est un type particulier de production de l'offre de service qui peut renvoyer à la notion d'interconnexion s'il s'agit de deux réseaux distincts qui sont rapprochés en un même lieu. Cette définition rejoint celle proposée par Jean-Marc Offner en 1995, qui inclut dans la correspondance, le fait qu'il y ait une rupture de charge²⁸⁰. La correspondance exprime alors un changement de moyen de transport, d'un train vers un autre ou d'un train vers un avion, par exemple. Et là, la correspondance est alors applicable dans le cas de l'intramodalité autant que dans celui de l'intermodalité.

2.4 Synthèse et stabilisation des notions

A ce stade de l'analyse, les termes définis jusqu'à présent seront utilisés tout au long de la recherche. Ainsi, dans la suite du travail, les termes de transport intermodal, de multimodalité ou plurimodalité, de monomodalité et d'intramodalité prendront le sens suivant :

- Transport intermodal : transport de marchandises utilisant au moins deux modes de transport différents au cours d'un déplacement dans une même unité de charge ou sur un même véhicule.
- Multimodalité ou plurimodalité : on considère le terme de plurimodalité comme un synonyme de multimodalité que l'on

²⁷⁹ Margail, F. (1996). "De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion (Note de recherche)." *Flux* **25**: 28-35.

²⁸⁰ Offner, J.-M., Hubert, J.-P., Margail, F. et Zembri, P. (1995). Les Enjeux organisationnels et territoriaux des interconnexions de réseaux de transports collectifs. Paris, CNRS-GDR 903 "Réseaux": 112.

définit comme un usage alterné de plusieurs modes de transport pour se déplacer. Ainsi, la multimodalité représente un déplacement qui consiste soit en un segment monomodal, soit en une chaîne de déplacement qui compte au moins deux modes de transport.

- Monomodalité : monomodalité ou unimodalité traduisent l'usage d'un seul mode au cours d'un déplacement.
- Intramodalité : l'intramodalité traduit quant à elle, l'idée d'un changement de véhicule au cours d'un déplacement, mais ce changement se fait à l'intérieur d'un même mode, le terme renvoyant à une correspondance, d'un avion vers un autre par exemple.

Quant au terme d'intermodalité, nous choisissons de prolonger l'analyse des autres notions pour obtenir une vue complète. En effet, il nous faut aller plus loin et saisir l'ensemble des enjeux, des objectifs mais aussi des limites de l'intermodalité ; en cela, l'étape suivante consiste à explorer plus largement les autres notions clés qui gravitent autour de l'intermodalité.

3. Concepts associés

Ce troisième point a pour but de mobiliser les concepts qui évoluent autour de l'intermodalité. A travers l'exploration de ces notions, nous allons cerner les objectifs comme les enjeux et les limites de l'intermodalité. Dans un premier temps, il sera question de traiter des notions de connexion et d'interconnexion, qui sont une traduction des concepts traités jusqu'à présent. Dans un deuxième temps, nous glisserons vers le trinôme d'interconnexion qui traduit à la fois l'articulation des réseaux et celle des réseaux avec les territoires. Ce deuxième point nous amènera à définir les lieux où se rencontrent les modes de transport. Il sera enfin question de définir deux termes voisins de l'intermodalité, les notions d'interopérabilité et d'interfonctionnement. Enfin, à l'issue de cette réflexion nous disposerons d'assez

d'éléments pour caractériser l'intermodalité du point de vue de notre propre recherche.

3.1 **Interconnexion et connexion**

Parmi les notions associées à celle d'intermodalité, on recense les termes de connexion et d'interconnexion plusieurs fois employés jusqu'ici. Un des exemples les plus marquants de l'usage de ces notions est fourni par le concept de trinôme d'interconnexion proposé par Jean Varlet et qui sera développé plus loin.

Par ailleurs, l'intermodalité comme la multimodalité, ou encore l'intramodalité traduisent des connexions ou interconnexions entre modes de transport et leur définition doit être précisée.

Au sens du Glossaire Transport²⁸¹ et de Jean Varlet, on réalise une **connexion** en « *établissant un lien ou une liaison entre deux points ou deux axes du réseau d'un même moyen de transport* »²⁸². On se trouve alors dans la situation d'une mise en connexion d'éléments à l'intérieur d'un **même réseau**, c'est-à-dire une correspondance, selon la définition que nous avons proposée dans le point précédent.

À l'inverse, le terme d'**interconnexion** apparaît, quant à lui, dans les années 1970 dans le domaine des transports. Il représente une « *mise en relation d'au moins deux modes de transport différents, en les connectant entre eux, de façon à rendre compatibles les transbordements de l'un à l'autre dans des conditions optimales de temps et d'efficacité* »²⁸³. Cette définition met l'accent sur la mise en relation de **réseaux distincts** qui s'applique à l'intermodalité, et non à l'intramodalité qui relève alors d'une simple connexion.

Mais d'autres auteurs comme ceux du Groupe d'Etude et de Mobilisation entendent l'interconnexion comme « *le raccordement entre plusieurs infrastructures de*

²⁸¹ Groupe MADITUC (2002). Glossaire Transport, Groupe MADITUC Département du Génie Civil de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

²⁸² Varlet, J. (1992). L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective. Paris, ITA: 162.

²⁸³ Mathieu, G. (1994). "Interconnexion des lignes à grande vitesse et services de jonction." Revue générale du chemin de fer **06-07**: 27-31. (Article).

transports. Précisant que l'interconnexion peut être monomodale (exemple : le raccordement entre deux réseaux de train à grande vitesse) »²⁸⁴.

Une deuxième définition vient s'ajouter, celle, qualifiant l'interconnexion (1979), de « *raccordement entre deux lignes de deux ou plusieurs réseaux ferroviaires exploités par des organismes différents* »²⁸⁵.

Ces deux dernières définitions mettent en avant la mise en relation des modes de transport, mais elles apparaissent confuses du fait que l'interconnexion y est envisagée aussi bien sous la forme monomodale que sous la forme intermodale.

Beaucoup d'auteurs, du domaine de l'analyse des réseaux, dont Gabriel Dupuy, Jean Varlet, Jean-Marc Offner, Fabienne Margail, Anna Moretti ou encore Philippe Menerault assimilent l'interconnexion au rapprochement de **réseaux hétérogènes**. Celle-ci dépasse la simple réunion des infrastructures. Les auteurs mettent en jeu une **juxtaposition** à la fois **technique**, **institutionnelle**, **organisationnelle** ou encore **territoriale** des réseaux. L'interconnexion est vue à la fois comme un élément stratégique de l'évolution des réseaux²⁸⁶ ou comme un point central de leur développement²⁸⁷.

Cependant, on peut dire que l'interconnexion appelle l'intermodalité, au sens des auteurs qui attribuent à l'intermodalité des caractéristiques qualitatives : « *si l'interconnexion est une modalité d'imbrication de l'exploitation de deux réseaux, au moins, sur un territoire donné [alors]...l'intermodalité est une des conditions d'usages proposées sur ces mêmes réseaux* »²⁸⁸. L'**interconnexion** peut être alors assimilée

²⁸⁴ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation. Paris, La Documentation Française.

²⁸⁵ CONVERA et Office de la langue Française (2002). Le Grand Dictionnaire Terminologique, http://www.granddictionnaire.com/_fs_global_01.htm. A Paris, projet qui consiste à relier les lignes actuelles du R.E.R. à certaines lignes de la SNCF., permettant ainsi aux trains de circuler sur les deux réseaux sans rupture de charge. L'appellation « R.E.R. » sera maintenue pour désigner l'ensemble de ces lignes, R.A.T.P. et SNCF.

²⁸⁶ Menerault, P. et Prouvost, S. (1995). Interconnexion et territoire : Interconnexion des réseaux de transports et aménagement dans la métropole lilloise. Lille, INRETS-ENTPE Convention DRAST: 37.

²⁸⁷ Offner, J.-M., Hubert, J.-P., Margail, F. et Zembri, P. (1995). Les Enjeux organisationnels et territoriaux des interconnexions de réseaux de transports collectifs. Paris, CNRS-GDR 903 "Réseaux": 112.

²⁸⁸ Menerault, P. (2002). Définitions : Interconnexion et intermodalité dans la théorie territoriale des réseaux. Glossaire Transport (A paraître). C. N. d. G. d. Transports: 4. (Article).

à une **connexion intermodale ponctuelle** car elle ne peut se faire qu'en des points particuliers, formant des **nœuds majeurs** du réseau de transport²⁸⁹.

Les notions d'interconnexion et de nœuds d'interconnexion ne revêtent pas la même importance selon que l'on se place au niveau des opérateurs de transport, des usagers ou des autorités publiques.

Pour les entreprises de transport, comme l'exprime Gabriel Dupuy, l'interconnexion établit une « *relative continuité des infrastructures qui homogénéise les normes d'exploitation [et] crée de nouveaux services* »²⁹⁰. Ensuite, elle entre pour l'utilisateur dans le cadre d'une amélioration de la qualité de service, facilitant son parcours et réduisant la pénibilité des ruptures de charge. Enfin, pour les autorités publiques, l'interconnexion vient « *structurer le réseau* », pour organiser le territoire.

L'interconnexion doit être perçue comme un processus intervenant au sein de chaque réseau et conduisant à plusieurs effets :

- des effets de taille pour l'exploitant qui réalise des économies d'échelles,
- des effets de réseau quand l'interconnexion permet le développement du réseau. L'interconnexion conduit l'exploitant à une meilleure gestion des flux, procure une meilleure utilisation des infrastructures et permet d'augmenter l'offre de transport en combinant les réseaux,
- des effets structurant car l'interconnexion peut entraîner la création de nouveaux axes de transport,
- des effets territoriaux car l'interconnexion peut être perçue comme une structuration du réseau qui affecte le territoire concerné.

²⁸⁹ Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." *Flux* **41**: 5-16. (Article).

²⁹⁰ Dupuy, G. (1988). "Les Interconnexions." *Transports* **331**: 6. (Article).

L'interconnexion²⁹¹ est donc une notion importante dans la recherche d'une meilleure organisation des réseaux et apparaît dans « l'Urbanisme des Réseaux »²⁹² comme un véritable moyen d'intervention à long terme.

Pour aller plus loin dans l'analyse de ce concept, l'interconnexion est présentée par Jean Varlet comme un lieu d'articulation et comme un maillon performant de la chaîne de transport de voyageurs. L'interconnexion est également perçue comme le produit de logiques convergentes²⁹³, économiques, territoriales et institutionnelles :

- La première de ces logiques est économique, elle combine :
 - Premièrement, la volonté des métropoles de renforcer leur attractivité. Elles veulent toutes dans ce cadre devenir des plaques tournantes majeures des transports rapides, avec le développement d'un hub aérien et des convergences ferroviaires à toutes les échelles vers l'aéroport et vers la ville pour asseoir leur influence sur le territoire à une échelle toujours plus grande. Cette première logique renvoie à plusieurs notions telles que la nodalité, la polarité mais aussi la métropolisation.
 - Deuxièmement, une logique plus commerciale, au niveau des opérateurs de transport. L'essor des modes de transport rapides que sont le transport aérien et le transport ferroviaire à grande vitesse, encouragé par l'augmentation d'une façon générale de la mobilité, l'ouverture des frontières et la libéralisation des transports, conduisent à l'adaptation des réseaux que se soit en termes de capacité ou de gestion.

Les exploitants des modes rapides sont aujourd'hui en concurrence pour obtenir et/ou garder leurs parts de marché avec un raisonnement qui les poussent à concentrer géographiquement leur activité sur des liaisons majeures, attractives et rentables, mais ils sont aussi à la recherche de complémentarité. En effet, le secteur aérien est rendu responsable de nombreuses nuisances. La congestion routière autour de ces infrastructures et la saturation du ciel, sont des freins au développement des infrastructures aéroportuaires. De même, les autorités organisatrices dans leur ensemble, sont poussées à promouvoir auprès des

²⁹¹ Ibid.

²⁹² Dupuy, G. (1991). *L'Urbanisme des réseaux: Théories et méthodes*. Paris, Armand Colin. 198p.

²⁹³ Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." *Flux* **41**: 5-16.

opérateurs un rapprochement des transports publics, notamment pour faciliter l'accès aux infrastructures aéroportuaires.

- Jean Varlet met aussi en avant une logique territoriale qui elle, combine trois aspects :
 - Le premier aspect fait référence aux métropoles : en effet, la logique territoriale incite à réfléchir sur le poids démographique, sur le poids économique, ainsi que sur les fonctions métropolitaines internationales.
 - Le deuxième aspect concerne l'aménagement urbain des villes, qui doit intégrer des contraintes contradictoires comme, d'une part, la volonté d'éloigner les aéroports du centre de l'agglomération en raison des nuisances occasionnées par ces équipements et d'autre part, le besoin de donner un accès rapide à ces lieux du transport.
 - Le troisième aspect concerne l'interconnexion des réseaux et renvoie à la logique de la construction européenne avec l'idée que le développement des réseaux a pour but de relier des territoires disjoints.
- Enfin, Jean Varlet distingue une logique institutionnelle en insistant sur le fait que l'interconnexion des réseaux n'a pu exister que grâce à un découloisonnement des structures administratives, financières et juridiques.

L'interconnexion des réseaux et la notion d'intermodalité accompagnant le changement d'échelle des espaces vécus et le changement d'échelle des logiques économiques et territoriales. Pour Jean Varlet, l'interconnexion apparaît comme un élément central de la géographie des transports. A ce titre, il prolonge son analyse, en développant le concept de trinôme d'interconnexion qui illustre une situation particulière de rapprochement des réseaux.

3.2 *Le trinôme d'interconnexion*

Dans une approche appartenant au champ de la géographie urbaine, Jean Varlet propose tout d'abord de construire une typologie des grandes villes européennes, à partir de l'organisation des réseaux de transport, à différentes échelles.

Pour analyser le fonctionnement de ces réseaux, Jean Varlet introduit la notion de **trinôme d'interconnexion**²⁹⁴. Elle s'applique spécifiquement au transport de voyageur et renvoie à l'idée d'une **plate-forme plurimodale** composée de trois éléments :

- la plate-forme centrale, composée, d'une gare qu'il définit comme un lieu d'interconnexion entre le réseau ferré longue distance et un système urbain à prédominance ferroviaire, qui constitue une plate-forme plurimodale urbaine, c'est-à-dire un nœud de correspondances urbain,
- deuxième élément, l'aéroport est, dans un premier temps, connecté au réseau autoroutier ; il est ensuite articulé et connecté au réseau ferroviaire classique ou à grande vitesse (longue distance), ce qui constitue une deuxième plate-forme plurimodale, celle-ci aéroportuaire (à l'échelle mondiale), que l'on peut également qualifier de nœud de correspondances intermodal,
- enfin, le troisième élément est la liaison rapide gare centrale-aéroport qui permet la correspondance entre toutes les échelles spatiales de la fonction transport : intra-urbaine, régionale, nationale et internationale. Une liaison performante allie capacité, fréquence, et vitesse qui relie les deux plates-formes précédemment décrites.

« Cet ensemble de plates-formes d'interconnexion ainsi constitué, crée un **nœud majeur de réseau intégré de transport** ». Schématiquement, on représente le trinôme d'interconnexion ainsi :



Figure 8 : Représentation schématique du trinôme d'interconnexion.

²⁹⁴ Varlet, J. (1992). L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective. Paris, ITA: 162.

La qualité du trinôme prend alors des aspects différents, selon sa complétude. Ainsi, on peut mettre en avant, comme le fait Jean Varlet différentes formes de trinôme, caractérisés de la façon suivante :

- Premièrement, le **nœud majeur**, c'est-à-dire celui qui est composé des trois éléments sera dit **trinôme complet**.
- Deuxièmement, le **niveau secondaire** ou **nœud secondaire** pour ceux qui ne disposent pas des trois éléments, soit des **trinômes incomplets**.
- Enfin, le **niveau élémentaire** ou **nœud élémentaire** dans le cas où aucun élément n'est présent, soit une **absence de trinôme**.

Ces travaux issus du développement des réseaux ferrés à grande vitesse et de la réorganisation du transport aérien font l'objet de commentaires, comme ceux de Philippe Menerault et Vaclav Stransky pour qui le trinôme privilégie une **logique infrastructurelle ou morphologique**²⁹⁵ ne tenant compte que de la présence ou de l'absence des trois éléments qui le forment mais non de leurs performances en terme de services. De plus, ces auteurs soulignent le fait que les trinômes touchent une aire géographique limitée.

En 2000, retouchant son cadre d'analyse, Jean Varlet dans son article intitulé « *Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe* » met de plus en plus l'accent sur l'intermodalité, faisant état de la nécessité de l'interconnexion des réseaux rapides, eu égard aux relations de concurrence et de complémentarité que ces modes entretiennent entre eux²⁹⁶.

Faisant état d'une logique d'opérateurs, mais aussi dans une logique de concurrence entre villes en possession ou non des équipements permettant l'interconnexion, il identifie aussi les bénéfices des trinômes d'interconnexion pour les usagers. Il dépasse en partie la dimension strictement infrastructurelle, pour envisager une perspective plus ouverte sur la qualité de service.

L'analyse bibliographique, montre que globalement l'interconnexion des réseaux de transport est un moyen de rendre plus performante la chaîne de transport. L'objectif

²⁹⁵ Menerault, P. et Stransky, V. (1999). "La Face cachée de l'intermodalité : Essai de représentation appliquée au couple TGV/AIR dans la desserte de Lille." Les Cahiers Scientifiques du Transport(35): 29-53. (Article).

²⁹⁶ Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." Flux 41: 5-16.

de l'interconnexion est de permettre le passage entre les modes avec le plus de facilité possible, mais aussi de permettre une réduction des temps de parcours terminaux, par le moyen d'une réduction des contraintes directement induites par la pénibilité des transbordements ou ruptures de charges.

3.3 Pôle d'interconnexion ou pôle d'échanges

Comme pour tous les termes définis jusqu'à présent nous disposons ici de terminologies distinctes renvoyant à la même notion : que l'on s'intéresse au pôle d'échanges, au lieu d'échange, au point d'articulation, à la plate-forme multimodale ou encore au pôle ou nœud d'interconnexion, on traite le plus souvent du même objet. C'est-à-dire un lieu qui accueille plusieurs modes de transport qui se croisent et s'articulent à diverses échelles²⁹⁷.

La plate-forme est un **équipement de transit**, pour les voyageurs ou les marchandises, qui vise à rationaliser le transport (augmenter la massification des flux, et la rapidité de circulation, la baisse des temps d'attente) mais qui permet aussi une valorisation de la rupture de charge²⁹⁸. Son rôle est de connecter à la fois les divers modes, les flux, les services, mais aussi les espaces.

Après avoir examiné les processus de changement d'échelle (interconnexion) et caractérisé les lieux (pôles d'échanges), il convient d'aborder maintenant les questions organisationnelles. Ainsi, l'interopérabilité utilisée au niveau des instances européennes, comme un vocable additionnant une série d'actions qui vise à la constitution d'un réseau continu en Europe, se superpose partiellement au terme d'interconnexion.

²⁹⁷ Margail, F. (1993). Gestion des lieux d'échanges et rôle de l'interface. Paris, ENPC-DFC/SNCF-DAR: 8.(Article) : « *Lieu multiforme de par les modes de transport qu'il accueille, et où les réseaux se croisent et s'articulent à diverses échelles* ».

Varlet, J. (1992). L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective. Paris, ITA: 162.: La plate-forme : « *est un équipement de transit, pour les voyageurs ou les marchandises, elle vise à rationaliser le transport (passer par la massification des flux, et la rapidité de circulation, la baisse des temps d'attentes) mais qui permet aussi une valorisation de la rupture de charge* ».

²⁹⁸ Varlet, J. (1992). L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective. Paris, ITA: 162.

3.4 Interopérabilité et interfonctionnement

Il apparaît clairement pour certains auteurs que la notion d'interopérabilité est une notion clé. Elle est employée par les instances européennes et notamment définie dans le traité de Maastricht, comme l'ensemble « *des actions qui doivent permettre aux réseaux nationaux de fonctionner sans discontinuité dans l'espace européen* »²⁹⁹. Elle vise à rendre possible une continuité des systèmes de transport à l'échelle du continent.

L'**interopérabilité** apparaît comme un terme relativement récent, appliqué à plusieurs domaines. Synonyme d'**interfonctionnement**, ce terme est défini, en informatique et en télécommunications comme « *l'aptitude que possèdent des ensembles informatiques hétérogènes de fonctionner conjointement et de donner accès à leurs ressources de façon réciproque* »³⁰⁰. Dans le champ du transport, l'interopérabilité est définie comme « *la capacité qu'ont des réseaux ou des systèmes d'être exploités de façon harmonisée par différentes entreprises de transport* »³⁰¹.

Si pour de nombreux auteurs, l'interconnexion représente la « *mise en compatibilité de deux réseaux hétérogènes du point de vue technique, organisationnel et institutionnel* »³⁰², l'interopérabilité, pour d'autres, comme Jean-Marc Offner, Jean-Paul Hubert et Pierre Zembri, est un terme qui se superpose au terme d'interconnexion pour définir le même processus, même s'il concerne plutôt les gestionnaires de réseaux et les acteurs de l'offre. « *[L'interopérabilité] a pour objet essentiel l'harmonisation des normes techniques entre les différents réseaux de transport [...] Son objectif est la compatibilité des infrastructures et de leurs équipements (matériels, systèmes d'exploitation, de signalisation)* »³⁰³. Ici, les notions d'interconnexion et d'interopérabilité sont largement assimilables l'une à l'autre, autour de l'idée de « mise en compatibilité ».

²⁹⁹ Offner, J.-M. et Pumain, D. (1996). Réseaux et Territoires : significations croisées. Paris, De l'Aube.

³⁰⁰ CONVERA et Office de la langue Française (2002). Le Grand Dictionnaire Terminologique, http://www.granddictionnaire.com/_fs_global_01.htm.

³⁰¹ CLEC, Presse-francophone.org (CLEC : Cercle littéraire Étienne-Cattin - Association des écrivains cheminots).

³⁰² Dupuy, G. (1988). "Les Interconnexions." Transports 331: 6, Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." Flux 41: 5-16.

³⁰³ Offner, J.-M. et Pumain, D. (1996). Réseaux et Territoires : significations croisées. Paris, De l'Aube.

En conséquence, il apparaît que les termes d'interopérabilité et d'interconnexion prennent des sens différents selon qu'ils mettent en avant une dimension organisationnelle de compatibilité de réseaux hétérogènes³⁰⁴ ou qu'ils soient employés pour désigner « *des connexions ou des aménagements de lieux d'échanges* »³⁰⁵. Cette acception renvoie alors nettement aux lieux de l'articulation des réseaux. Cette utilisation de l'un et l'autre amène à préférer le terme d'interopérabilité à celui d'interconnexion, pour désigner cette mise en compatibilité de deux réseaux hétérogènes du point de vue technique, organisationnel ou institutionnel.

En retenant cette dernière définition, l'interopérabilité et l'interconnexion se distinguent.

Les travaux sur l'analyse des réseaux du Groupe d'Etudes et de Mobilisation, repris par Fabienne Margail, soutiennent par contre l'idée que l'interconnexion permet l'interopérabilité. En effet, l'interopérabilité est considérée comme « *la possibilité technique de passer d'un réseau à un autre* » alors que « *l'interconnexion entre plusieurs modes de transports permet l'interopérabilité* »³⁰⁶.

Ainsi, l'interopérabilité devient une notion inscrite dans la recherche d'optimisation d'un système global de transport, tant du point de vue du fonctionnement que de l'exploitation.

Certains auteurs ont une vision encore plus large. Selon Corinne Mulley et John D Nelson³⁰⁷, l'interopérabilité peut avoir deux sens, et correspondre à :

- « *la capacité de deux modes, ou plus, à fonctionner efficacement ensemble pour accomplir les exigences des consommateurs.*
- *la capacité de faire un voyage sans rupture entre une origine et une destination* ».

³⁰⁴ Ibid.

³⁰⁵ Ibid.

³⁰⁶ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation. Paris, La Documentation Française.

Margail, F. (1996). "De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion (Note de recherche)." Flux 25: 28-35.

³⁰⁷ Mulley, C. et D Nelson, J. (1999). "Interoperability and transport policy : the impediments to interoperability in the organisation of trans-European transport systems." Journal of transport Geography 7: 93-104.

Là encore domine l'idée, d'interconnexion, d'articulation de réseaux différents, mais la question du service est aussi abordée en référence avec les exigences des usagers. Cependant, si jusqu'à présent était évoquée une possibilité technique de passer d'un mode à l'autre, avec ce dernier point de vue on insiste sur la continuité du déplacement.

Enfin, on trouve dans la littérature, la vision proposée par les opérateurs de transport qui insiste sur le fait que l'interopérabilité doit satisfaire certaines conditions. C'est un « *ensemble de conditions (réglementaires, techniques, opérationnelles) à satisfaire pour assurer, sans rupture et en sécurité, la circulation des modes de transport sur des infrastructures aux performances spécifiées* »³⁰⁸. La continuité du déplacement et des services au niveau transeuropéen, situe périmètre d'intervention de l'interopérabilité dans un registre essentiellement lié à l'harmonisation : normes de sécurité, écartement des voies, tension des courants électrique, signalisation.

Les définitions de l'interopérabilité, montrent que le terme peut être employé en complément des notions d'intermodalité et de multimodalité ; il peut aussi être rapproché de celle d'interfonctionnement.

Dans une première approche, qui touche aux domaines de l'informatique et des télécommunications, l'**interfonctionnement** se révèle être un synonyme d'interopérabilité³⁰⁹. Toutefois, cette opinion n'est pas partagée par Fabienne Margail, lorsqu'elle se réfère au domaine du transport : si elle définit l'interopérabilité comme « *la possibilité technique de passer d'un réseau à un autre* », elle traduit l'interfonctionnement comme la représentation « *d'une intégration non des réseaux techniques mais de leurs exploitations, c'est-à-dire, la faculté pour un domaine – d'utiliser comme facteur de sa propre production les services des autres domaines* »³¹⁰. C'est, par exemple, le fait d'appliquer les standards de l'avion aux trains à grande vitesse, avec la mise en place de l'enregistrement des bagages et celui des passagers ou encore le partage de codes³¹¹.

³⁰⁸ Cinotti, E. et Treboul, J.-B. (2000). Les TGV Européens. Paris, PUF Que sais-je ?

³⁰⁹ CONVERA et Office de la langue Française (2002). Le Grand Dictionnaire Terminologique, http://www.granddictionnaire.com/_fs_global_01.htm.

³¹⁰ Margail, F. (1996). "De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion (Note de recherche)." Flux 25: 28-35.

³¹¹ Partage de codes : est défini comme un accord entre deux compagnies aériennes qui décident de commercialiser un même vol. Ce vol aura le numéro de vol ainsi que le code des deux compagnies, soit une double numérotation.

L'analyse de ces différents concepts, nous amène à préciser la place de l'intermodalité comme un élément clé du système de transport. Ainsi, dans le développement on a pu observer que de nombreux termes lui étaient liés. Le schéma suivant nous permet de regrouper ces termes. Dans le détail, on retiendra que les termes de multimodalité et plurimodalité représentent l'ensemble des possibles, c'est-à-dire la totalité des chaînes de déplacements que l'utilisateur peut réaliser de manières alternées pour se déplacer d'un lieu vers un autre. Cela correspond, pour les voyageurs autant que pour les marchandises, aux chaînes monomodales, intramodales et intermodales. Plus précisément, cela renvoie à l'utilisation d'un (chaîne monomodale) ou de plusieurs modes de transport pour un déplacement, que ces modes soient de même nature pour la chaîne intramodale (train + train) ou encore que ces modes soient de nature différente dans le cas de la chaîne intermodale (train + avion). Ces trois chaînes de déplacements que nous venons d'énoncer, nous permettent d'introduire les notions associées à ces chaînes et figure au titre des *Concepts associés* dans le schéma ci-dessous.

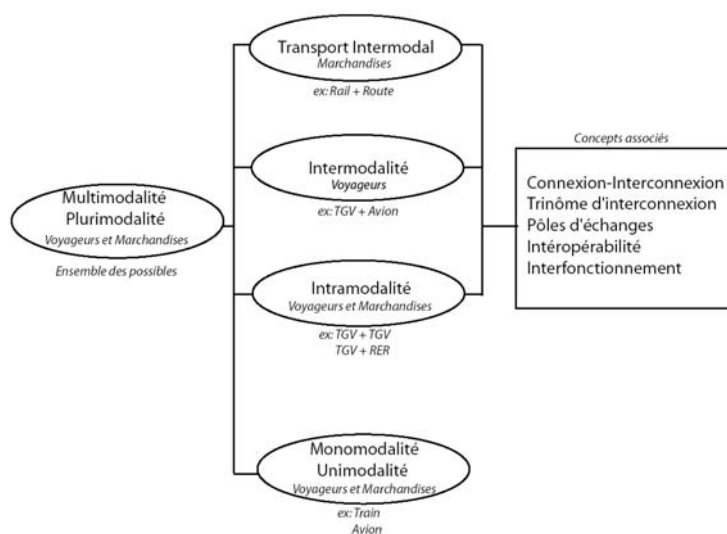


Figure 9 : Schéma de synthèse

Proposé comme schéma de synthèse, la figure ci-dessus qui illustre la complexité terminologique permet d'introduire la question de la caractérisation de l'intermodalité et des enjeux de l'articulation des modes de transport.

4. L'intermodalité : un concept tridimensionnel

Nous nous attacherons ici à mettre en évidence les incohérences, les points d'oppositions mais aussi les convergences entre les auteurs, avant de proposer une définition heuristique pour notre recherche de l'intermodalité selon trois composantes : organisations, lieux, usages. Dans un contexte où l'articulation des modes est envisagée comme un possible outil de structuration des territoires, il semble nécessaire de présenter l'articulation des modes rapides à travers l'exploration de la notion d'intermodalité et des composants qu'elle intègre. Cette analyse nous permettra d'envisager et de comprendre le fonctionnement des systèmes intermodaux. Mais avant cela, nous mettrons en évidence quelques uns des enjeux de l'intermodalité.

4.1 Les enjeux de l'intermodalité comme révélateurs des incohérences, des points d'oppositions et de réunions dans les définitions proposées

L'idée de l'articulation des différents modes de transport et de la cohérence de l'offre, sont des problèmes aussi anciens que les transports eux-mêmes. Dans ce contexte les enjeux de l'intermodalité se jouent à deux niveaux, celui de l'usage et celui des opérateurs :

- Le but de l'intermodalité est de concevoir une chaîne de transport ou la totalité de la prestation doit se faire sans rupture de chaîne³¹² où toutes les échelles de dessertes sont considérées. Son développement doit aider à rationaliser le choix des usagers, chaque mode ayant un créneau de pertinence. De plus, l'intermodalité doit aider à mettre en place une offre intégrée répondant à l'ensemble des besoins de mobilité des personnes. Enfin, l'intermodalité est un des moyens de répondre à la liberté de circulation des personnes par la réduction des frontières institutionnelles.
« L'usager trouvera dans l'intermodalité la qualité et la continuité du service. La société y verra une logique d'optimisation de la desserte territoriale ainsi qu'une promotion du développement durable via

³¹² Kopecky, M. (1999). "Le Nouveau paysage ferroviaire européen." Transports **398**: 392-416.

l'utilisation des modes de transport dans leur domaine d'efficacité socio-économique maximum »³¹³.

- D'un autre côté, les opérateurs trouveront dans l'intermodalité un outil d'amélioration de la rentabilité de l'offre. L'intermodalité air-fer en est un bon exemple : le report modal sur les trains à grande vitesse vise à permettre à l'avion de libérer des créneaux horaires. Ces créneaux horaires seront utilisés non plus pour des vols courts et moyens courriers qui peuvent être effectués par les trains à grande vitesse, mais pour des vols longs courriers. L'intérêt des exploitants est de permettre un **usage combiné** de services de transport techniquement ou organisationnellement différents, avec des articulations plus ou moins poussées.

L'intermodalité correspond à une **recherche de gestion intégrée** des modes de transport. Dans le cas de l'intermodalité air-fer, l'intérêt réside dans la réunion des deux modes rapides en un même lieu, qui les rend complémentaires³¹⁴. Une complémentarité qui ne sera effective que si elle repose sur une interconnexion des réseaux, une coordination des horaires de trains avec les avions, des billets combinés, des tarifs acceptables, des réservations simultanées et une gestion complète des bagages³¹⁵.

La finalité de l'articulation de modes de transport différents, pour les autorités organisatrices, comme pour les opérateurs de transport, est de permettre un **usage combiné** de services de transport, techniquement et / ou organisationnellement différents, avec des articulations plus ou moins poussées. A travers l'intermodalité et l'interconnexion, autorités et opérateurs cherchent à unifier en un seul réseau de déplacements la multiplicité des réseaux de transport, spécifiques à un mode et à un type de trajet.

³¹³ Margail, F. (1998). De `l'Automobilité` à `l'intermodalité` dans les métropoles (From exclusive car use to `intermodality` in Metropolis). *La Politique de déplacements urbains ; outils du Développement Durable (Urban Transport Policy)*. Balkema, Rotterdam: 451-456.

³¹⁴ Plassard, F. (1991). "Le Train à grande vitesse et le réseau des villes." *Transports* **345**: 14-23.

³¹⁵ Duron, P. (2001). "Un Point de vue sur les schémas de services collectifs par..." *Territoires 2020 : Analyses et débats* **4**: 25-26.

De plus, au-delà de l'articulation des modes de transport, l'intermodalité vise aussi à mettre en réseau des territoires³¹⁶. Les enjeux et les objectifs des politiques intermodales sont donc multiples³¹⁷ :

- les opérateurs de transport y trouveront un outil d'augmentation de la rentabilité de l'offre de transport,
- les collectivités locales trouveront une rationalisation de l'utilisation de l'espace public et un développement orienté de l'espace là où les réseaux se connectent,
- l'usager trouvera dans l'intermodalité la qualité et la continuité du service de transport,
- la société y verra une logique d'optimisation de la desserte territoriale ainsi qu'une promotion du développement durable, via l'utilisation des modes de transport dans leur domaine d'efficacité.

Le plus important reste que l'intermodalité repose sur des choix modaux, fondés sur une mesure de l'évaluation du coût de transport, de l'adaptation aux besoins ainsi que de la flexibilité des modes alternatifs pour des utilisateurs individuels³¹⁸. Que ce soit dans l'analyse de réseau, des orientations politiques ou celle des opérateurs de transport, l'intermodalité a un but précis qui est celui de concevoir une chaîne de transport de porte à porte performante.

Les quelques enjeux évoqués ci-dessus, nous montrent la réelle difficulté à cerner l'intermodalité dans son ensemble, au vu de la diversité des points de vue exprimés. Cette remarque, renvoie d'ailleurs à la multitude de définitions qu'on a pu collecter et confronter. L'ensemble des enjeux explique la diversité des définitions recensées. En effet, à partir de ces enjeux et des points de vue exprimés, on peut reconstruire les définitions reflétant la position des usagers, celle des exploitants comme celle des autorités organisatrices. Finalement, prendre position sur une seule définition de

³¹⁶ Offner, J.-M., Hubert, J.-P., Margail, F. et Zembri, P. (1995). Les Enjeux organisationnels et territoriaux des interconnexions de réseaux de transports collectifs. Paris, CNRS-GDR 903 "Réseaux": 112.

³¹⁷ Margail, F. (1998). De `l'Automobilité` à `l'intermodalité` dans les métropoles (From exclusive car use to `intermodality` in Metropolis). La Politique de déplacements urbains ; outils du Développement Durable (Urban Transport Policy). Balkema. Rotterdam: 451-456.

³¹⁸ Haynes, K. (1997). "Intermodalism." Journal of transport Geography 5: 21-22. *Intermodalism is modal choice, which rests on some measure of the full cost assessment of transportation and the reality of timeliness, convenience and flexibility of alternative modes for individual users.* (Article).

l'intermodalité ce serait prendre le risque de créer de l'incohérence, puisque, chaque acteur définit et emploie le terme intermodalité dans un contexte particulier. Chaque acteur du système de transport peut légitimement avancer sa propre définition. En adoptant une définition unique on perdrait la richesse d'interprétation de la coexistence de points de vue différents.

La multiplicité des définitions de l'intermodalité constitue une difficulté si l'on souhaite cerner cette notion. Ainsi, certaines définitions de l'intermodalité sont liées au déplacement et envisagent l'intermodalité comme « la possibilité de passer d'un mode de transport à un autre »³¹⁹, tandis que d'autres mettent en avant « la combinaison d'au moins deux modes de transport lors d'un déplacement »³²⁰. On dispose également d'un certain nombre de définitions adoptant une dimension supplémentaire, celle de la qualité de service dont celle proposée par Sandrine Goulet-Bernard et Ronan Golias. Ces auteurs décrivent l'intermodalité comme « un principe d'organisation et d'articulation de l'offre de transport, visant à coordonner plusieurs systèmes modaux par une gestion et un aménagement spécifiques des interfaces entre les différents réseaux »³²¹. Cependant, qu'elles soient simplement descriptives des équipements, ou qu'elles intègrent une dimension plus qualitative, ces définitions demeurent insuffisantes pour répondre à notre besoin d'une définition stable et sans équivoque. A ce stade, il est nécessaire de présenter un développement méthodologique complémentaire. Nous proposons donc d'étudier la notion d'intermodalité à partir d'un triptyque fondé sur l'existence de trois composants : un usage, une organisation et un lieu.

4.2 Analyse des composants de l'intermodalité

Parmi les définitions de l'intermodalité inventoriées, on peut distinguer plusieurs mots clés qui identifient trois composantes principales de l'intermodalité : usage, organisation et lieu. Ainsi, à l'issue donnée par Yves Bussière, Jean-Loup Madre, Jimmy Armoogum et Anne Bernard envisage l'intermodalité comme « la combinaison

³¹⁹ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation. Paris, La Documentation Française.

³²⁰ Bussière, Y., Madre, J.-L., Armoogum, J. et Bernard, A. (1997). "Motorisation et intermodalité : une comparaison Montréal-Paris." Transports **381**: 30-40.

³²¹ Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). Politiques et pratiques d'intermodalité. Paris, GART.

d'au moins deux modes de transport lors d'un déplacement »³²² et nous permet d'identifier la première composante, celle de l'usage. Une autre définition donnée par Sandrine Goulet-Bernard et Ronan Golias où l'intermodalité est envisagée comme « un principe d'organisation et d'articulation de l'offre de transport, visant à coordonner plusieurs systèmes modaux par une gestion et un aménagement spécifiques des interfaces entre les différents réseaux »³²³, permet d'identifier ici deux autres composantes de l'intermodalité, celles d'organisation et de lieu.

Nous proposons donc d'étudier la notion d'intermodalité à travers ces trois composantes³²⁴. Ce triptyque est fondé sur l'existence d'une organisation intermodale, d'un lieu intermodal et d'usages intermodaux spécifiques qui caractérisent l'intermodalité où chaque élément du tryptique interagit avec les autres. De plus, ces trois dimensions permettent d'évaluer un degré d'intégration des pôles d'interconnexion, en fonction notamment de la qualité de service comme le montre la figure suivante. Cette qualité de service s'exprime à plusieurs niveaux : celui des opérateurs de transport, celui des collectivités territoriales impliquées, mais aussi celui des usagers.

³²² Bussière, Y., Madre, J.-L., Armoogum, J. et Bernard, A. (1997). "Motorisation et intermodalité : une comparaison Montréal-Paris." *Transports* **381**: 30-40.

³²³ Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). *Politiques et pratiques d'intermodalité*. Paris, GART.

³²⁴ Bozzani, S. (2005). "L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain : étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle au départ de Lille." *Cahiers Scientifiques du Transport* n° 47: p. 61-88.

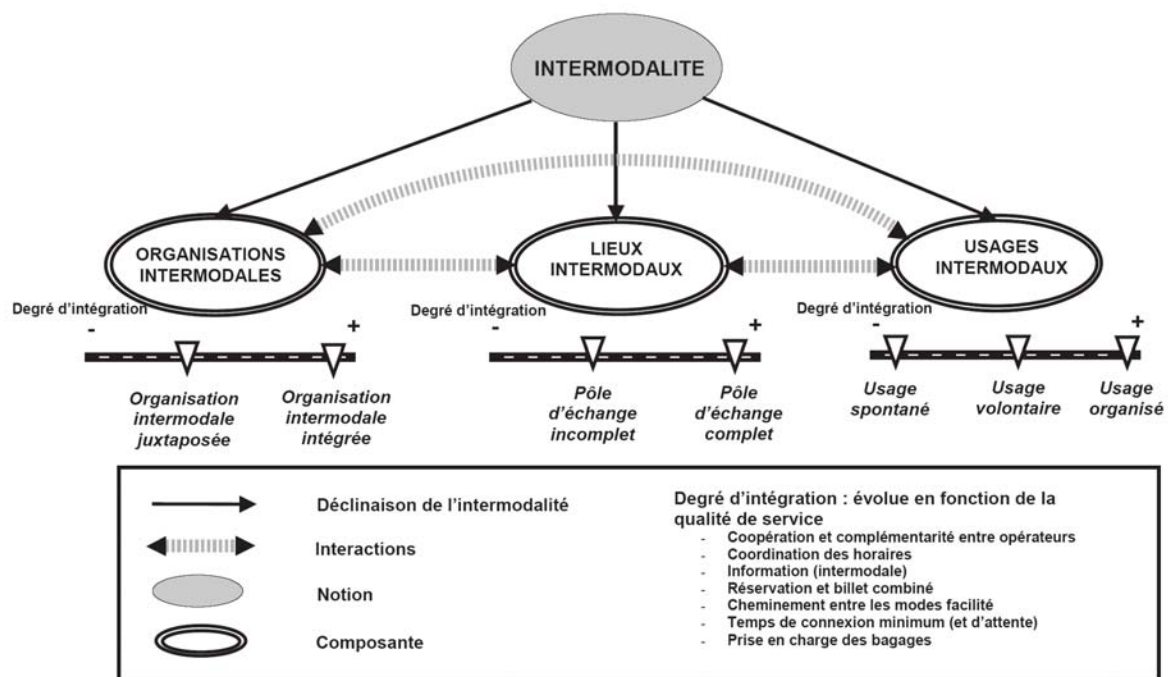


Figure 10 : Les trois composantes de l'intermodalité

Dans le schéma ci-dessus la première composante est l'organisation. Elle suppose que l'intermodalité est formatée par des acteurs qui permettent l'articulation des modes. Cela renvoie, pour certains auteurs, à la complémentarité et à la coopération entre opérateurs de transport. Le lieu est la deuxième composante : pour certains auteurs on ne parle d'intermodalité que si et seulement si les modes de transport sont réunis en un et même lieu. Ce lieu est également évoqué sous le terme de point ou lieu d'interconnexion, ou encore de pôle d'échanges. Enfin, la troisième composante fait référence à l'usage, où il est question des pratiques intermodales de déplacement. On rend compte ici du vécu de l'utilisateur qui articule au moins deux modes de transport au cours de son déplacement. Ces trois composantes sont inter-reliées comme le montre le schéma. L'explicitation des trois dimensions mentionnée fait l'objet des développements suivants.

4.2.1 L'intermodalité suppose une organisation

L'intermodalité suppose une organisation, c'est-à-dire un système de relations entre acteurs qui vise à articuler les modes de transport. On peut ainsi opposer deux formes d'organisations intermodales :

- Une organisation intermodale intégrée autour d'un pôle d'échanges, avec un transfert efficace entre les modes et une qualité de l'articulation touchant à l'information multimodale, à la coordination des horaires, à la tarification et à la réservation combinée, à la prise en charge des bagages et plus généralement à la continuité du déplacement permise par une coopération entre opérateurs.
- Une organisation intermodale juxtaposée où les modes sont mis bout à bout dans un même lieu mais où le transfert et la qualité de l'articulation ne sont pas pris en compte par les opérateurs en présence. Ainsi, l'utilisateur ne sera en possession d'une information intermodale que s'il l'a construite lui-même. Il n'y a pas de véritable organisation de la chaîne de transport, ni coopération, ni coordination entre les exploitants. Les modes réunis en un même lieu fonctionnent selon une logique propre sans interférences entre eux.

Cette première déclinaison est figurée sous la forme d'une réglette munie de curseurs dans la figure ci-dessus et permet d'envisager toute une série de situations intermédiaires entre une organisation intermodale intégrée et une organisation intermodale juxtaposée. Cette première composante suppose l'existence de lieux, parcourus par des voyageurs. Ce constat renforce l'idée que les trois composantes ne sont pas indépendantes les unes des autres.

4.2.2 L'intermodalité s'inscrit dans un lieu :

L'intermodalité s'inscrit également dans un lieu que les géographes définissent comme « *un point, mais un point singulier, identifiable et identifié, distinct des autres [...] Il est un point pour qui le regarde à une certaine échelle : un sommet dans un réseau [...]* »³²⁵. Nous considérons qu'un lieu intermodal désigne un point singulier situé sur un réseau articulant plusieurs modes de transport en ce point. Ce lieu est défini, par plusieurs auteurs, comme un pôle d'échanges, c'est-à-dire « *un lieu qui accueille plusieurs modes de transport qui se croisent et s'articulent à diverses*

³²⁵ Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (1993). Les Mots de la Géographie, dictionnaire critique, Reclus, La Documentation Française.

échelles »³²⁶. De ce point de vue, un pôle d'échanges est assimilable à un lieu intermodal mais on peut distinguer deux situations extrêmes :

- Un pôle d'échanges complet où les modes sont articulés de manière à faciliter le déplacement de l'utilisateur. La continuité du déplacement de l'utilisateur est assurée par l'information multimodale, par la prise en charge des bagages par les opérateurs, par la minimisation des temps de transfert et d'attente entre les modes. Le pôle d'échanges complet renvoie, de ce fait, à la composante organisationnelle : car, c'est à la fois la complémentarité, la coordination et la coopération entre les opérateurs ainsi que la qualité de service qui permettent d'exprimer cette idée de pôle d'échanges complet, dans un lieu organisé.
- Un pôle d'échanges est incomplet si les modes de transport sont réunis dans un même lieu sans pour autant que les opérateurs s'organisent entre eux pour fournir un transfert efficace à l'utilisateur. Ce pôle d'échanges incomplet renvoie lui, à l'organisation juxtaposée, décrite ci-dessus. On peut y trouver de l'information, mais l'utilisateur doit de lui-même effectuer la jonction entre les données éparses. Les temps de transfert et d'attente sont potentiellement beaucoup plus longs, puisque les opérateurs en place exercent leur activité sans interférer dans l'organisation du mode voisin ni même dans la leur pour faciliter les échanges intermodaux. La correspondance n'est pas assistée et la qualité du service est faible.

Là encore, entre ces deux modalités extrêmes, on peut trouver des cas de figure intermédiaires.

4.2.3 L'intermodalité est faite d'usages :

L'usage se définit comme une « *coutume, [une] habitude commune à un grand nombre de personnes, à un groupe social particulier* »³²⁷. Nous considérons que les usages intermodaux regroupent des pratiques de déplacement articulant au moins deux modes de transport au cours d'un trajet. Cette troisième composante apparaît plus complexe : elle interagit avec les deux autres, tout en rendant compte du vécu de l'utilisateur. On distingue trois types d'usages intermodaux :

³²⁶ Margail, F. (1993). Gestion des lieux d'échanges et rôle de l'interface. Paris, ENPC-DFC/SNCF-DAR: 8.

³²⁷ Larousse. (2001). Dictionnaire de la langue française, Lexis. Paris.

- Un usage organisé : l'usage organisé fait référence à un usager qui consomme l'ensemble des prestations de services fournies par les opérateurs de transport pour assurer un déplacement employant plusieurs modes, le billet intégré est une bonne illustration des services que fournissent les opérateurs de transport pour permettre ce type de déplacement.
- Un usage spontané : en l'absence d'organisation permettant un usage organisé, le voyageur construit son déplacement et combine les modes de transport de lui même. Il s'approprie le lieu intermodal malgré l'absence d'organisation.
- Un usage volontaire : ce troisième type d'usage suppose la présence des prestations de services fournies par les opérateurs de transport et la possibilité pour le voyageur d'en user ou non. L'usage volontaire est sans doute celui qui laisse la plus grande part d'initiative à l'usager. Un usage qui représente un libre choix entre usage organisé et usage spontané.

Il reste à comprendre pourquoi l'usager qui peut bénéficier de certains services lui facilitant son voyage préfère effectuer son déplacement sans en profiter ? Le coût de transport et l'habitude qu'ont les usagers pour voyager sont des réponses plus que plausibles à ce questionnement.

La déclinaison de l'intermodalité selon les trois composantes présentées – organisation, lieu, usage – permet de décrire son fonctionnement et d'envisager les améliorations à apporter. Toutefois, pour envisager la problématique de l'articulation réseaux-territoires on ne peut s'arrêter à ces trois composantes. Au-delà de l'organisation, du lieu et de l'usage on doit évoquer une composante supplémentaire, celle du territoire. Cette dernière peut être étudiée comme un socle sur lequel se construit et se développe l'intermodalité.

4.3 La dimension territoriale de l'intermodalité : essai de représentation du système intermodal des grandes vitesses

L'intermodalité est envisagée comme une articulation de réseaux multiples. Elle met en avant les articulations modales qui font référence aux trois composantes définies ci-dessus. Celle-ci met également en avant les modes de transport impliqués dans l'articulation. Et lorsqu'on va s'intéresser aux conséquences de la mise en place de l'articulation pour une ville comme pour le système de transport, il devient nécessaire d'envisager une dimension territoriale à l'intermodalité. De ce point de vue, une approche systémique partant du travail de Jean Varlet³²⁸ et prolongeant une approche du trinôme d'interconnexion peut être pertinente.

Le trinôme d'interconnexion³²⁹ s'applique spécifiquement au transport de voyageur. Il est défini comme nous l'avons vu par trois éléments : deux plates-formes multimodales, l'une qualifiée d'urbaine, l'autre d'aéroportuaire, reliées par un mode de transport rapide.



Figure 11 : Représentation du trinôme d'interconnexion de Jean Varlet.

Nous proposons de compléter le trinôme de Jean Varlet avec l'analyse de l'intermodalité faite dans le point précédent à travers la définition suivante d'un système intermodal :

- articulation de modes de transport qui renvoie aux trois composantes de l'intermodalité –organisation intermodale, lieu et usage– et
- des réseaux de transport impliqués.

Dans cette optique, le modèle de Jean Varlet se trouve géographiquement étendu au-delà de la plate-forme urbaine. Si l'aéroport est desservi par la grande vitesse, on intégrera alors au système l'ensemble du réseau à grande vitesse.

³²⁸ Varlet, J. (1992). L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective. Paris, ITA: 162.

³²⁹ Ibid.

Pour illustrer nos propos, on fait le choix de représenter le système intermodal ou trinôme enrichi de l'aéroport de Roissy CDG, car il est pourvu d'une liaison autoroutière et d'une liaison ferroviaire vers Paris et sa région.

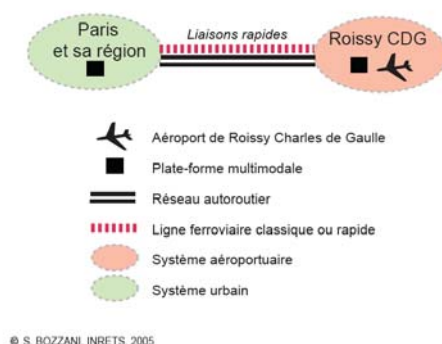


Figure 12 : Représentation du système intermodal ou trinôme enrichi, l'exemple de la relation Paris-Aéroport Roissy CDG.

Cette représentation directement dérivée de celle du trinôme de Jean Varlet reflète uniquement l'existence de liaisons rapides ville-aéroport. Comme on peut le voir sur la figure, les deux plates-formes sont signalées comme étant multimodales. Autour de ces plates-formes, on matérialise l'idée d'un pôle de correspondances par des systèmes, un système urbain et un système aéroportuaire. On représente enfin les deux liaisons qui font le lien entre ces deux systèmes.

On veut comprendre les apports de l'articulation aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires. Pour cela, on doit envisager et comprendre dans notre analyse les réseaux terrestres à grande vitesse. Cette dernière remarque, nous permet de justifier le besoin d'une représentation territorialisée du système intermodal.

Le trinôme enrichi dans une vision systémique inclura l'ensemble des territoires et des modes de transport associés au système aéroportuaire. On dépasse aussi largement le cadre de la ville qui possède l'aéroport pour prendre la mesure de la dimension multi-échelle des réseaux. Le système contient alors la ville et les réseaux qui la traversent, l'aéroport, les liaisons villes-aéroports et le réseau ferroviaire à grande vitesse.

Dans cette configuration, l'introduction du réseau ferroviaire à grande vitesse conduit à inclure d'autres systèmes urbains que le ferroviaire à grande vitesse rencontre.

Ces éléments mis bout à bout, conduisent à la création d'un système intermodal territorialisé.

Il est basé sur la définition du système intermodal ou trinôme enrichi, qui associe l'articulation des modes de transport et les réseaux impliqués. Ainsi, cette approche territorialisée du trinôme va nous amener à renvoyer les multiples échelles de dessertes des modes de transport.

Dans le cadre de notre analyse, il s'agit d'envisager l'échelle de desserte ferroviaire des aéroports et plus précisément de définir un système intermodal aéro-ferroviaire à grande vitesse et de le territorialiser. La représentation théorique de ce système intermodal aéro-ferroviaire territorialisé sera ensuite appliquée au cas de l'aéroport de Roissy CDG ; l'objectif étant de définir « l'espace de diffusion » des modes considérés et du ferroviaire à grande vitesse en particulier. Le schéma suivant propose un modèle théorique du système intermodal aéro-ferroviaire territorialisé incluant l'ensemble du mode ferré.

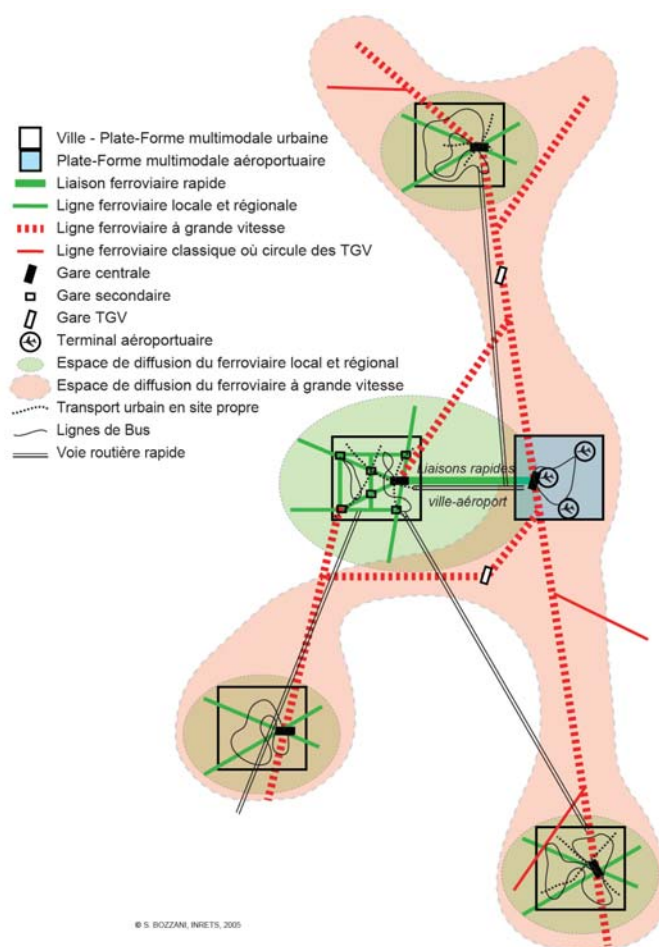
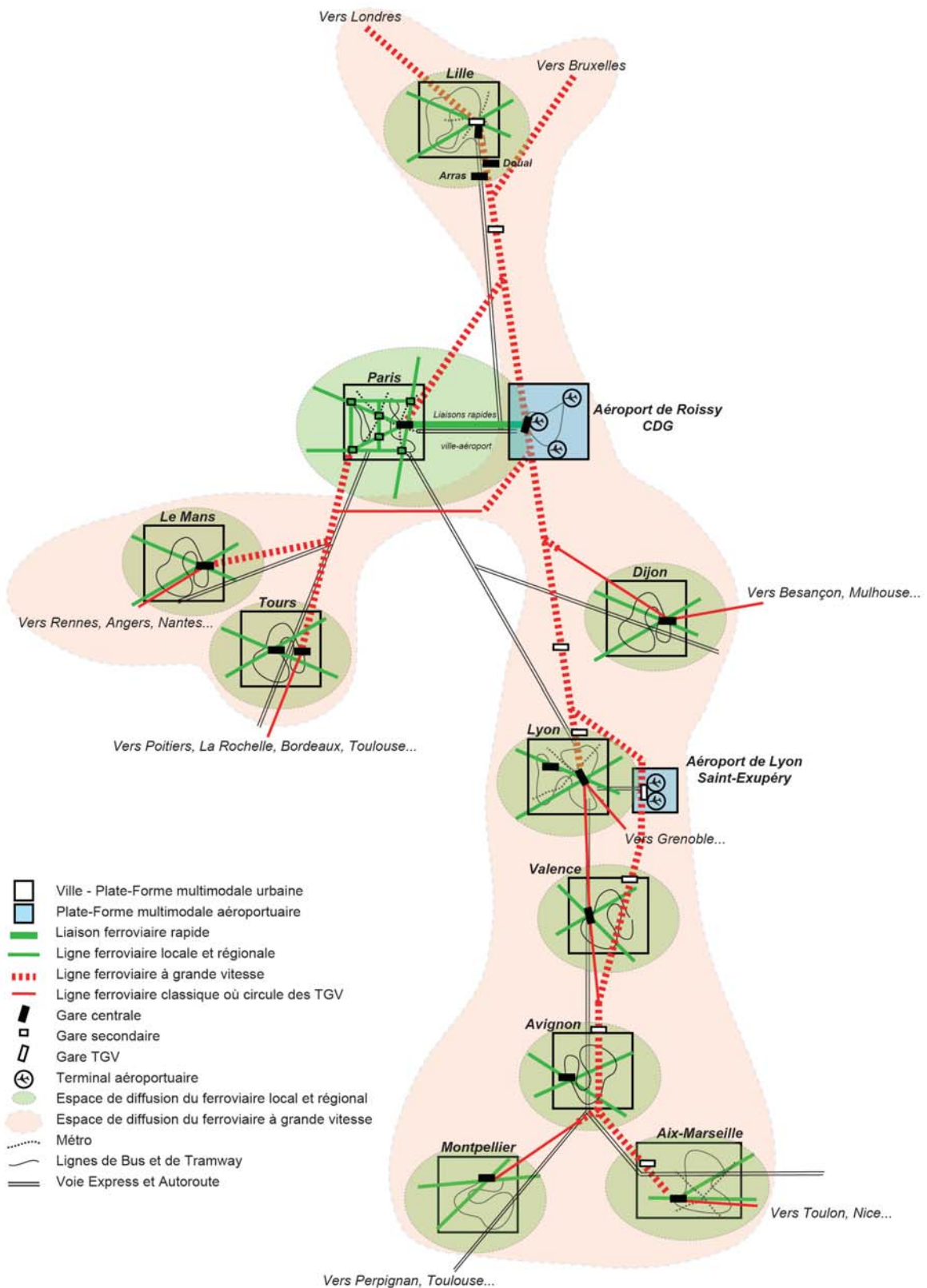


Figure 13 : Schéma théorique du système intermodal aéro-ferroviaire territorialisé

Le schéma se base sur la représentation d'un trinôme complet³³⁰ mais surtout, il souligne au départ de la plate-forme aéroportuaire la présence des modes de transport qui ne sont pas à destination de la ville à laquelle l'aéroport est directement lié. Comme le montre la figure, la présence d'une gare, dans l'aéroport accueillant des lignes ferroviaires en provenance ou à destination d'autres villes, est incluse dans le système. Ce schéma nous permet de spatialiser le territoire de diffusion l'ensemble du mode ferroviaire au départ de l'aéroport. On obtient alors la représentation de toutes les villes qui peuvent être associées à l'aéroport en s'appuyant sur toutes les échelles de desserte ferroviaire se raccordant à celui-ci. Ce raisonnement multiéchelles nous permet de montrer les diverses formes d'inscription spatiale des modes de transport. Cependant, l'objectif de ce travail reste la formalisation de la représentation théorique du système territorialisé au contexte de notre étude, en considérant l'articulation du ferroviaire à grande vitesse et de l'aérien.

En prenant l'exemple de l'aéroport de Roissy CDG notre proposition est d'envisager l'aéroport de Roissy CDG au cœur d'un système intermodal territorialisé. On s'intéresse principalement aux raccordements ferroviaires que l'aéroport de Roissy CDG possède : le RER et le TGV. La représentation suivante découle de ces considérations :

³³⁰ Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." *Flux* 41: 5-16.



© S. BOZZANI, INRETS, 2005

Figure 14 : Essai de représentation du système intermodal des grandes vitesses de Roissy CDG

Cet essai de représentation du système intermodal des grandes vitesses a pour objectif de nous guider dans l'évaluation de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse et dans le choix des villes qui seront à analyser. Dans ce schéma, on a fait le choix d'aller au-delà de la représentation des villes de la grande vitesse ferroviaire pour considérer aussi celles desservies par le TGV en prolongement des LGV, sur lignes classiques. La totalité de ces villes n'est pas portée sur le schéma mais ces villes y seront intégrées par la suite.

Cet essai de représentation nous permet, de plus, de vérifier le lien qui existe entre la ville et son aéroport et, d'autre part, d'estimer le rayonnement de l'aéroport par rapport au système intermodal territorial dont il est l'élément central.

Il faut souligner cependant qu'il reste difficile de circonscrire le système. A ce titre, le schéma proposé est un essai. Le périmètre territorial peut être discuté. En effet, quelles villes et quelles grandes vitesses ferroviaires doivent ou non figurer dans le système intermodal des grandes vitesses de Roissy CDG ?

Le double objectif était de mettre en relief les enjeux mais aussi les incohérences trouvées dans les définitions de l'intermodalité. Le deuxième objectif, à partir des enjeux et des incohérences relevés, était de proposer une caractérisation de l'intermodalité selon trois composants : organisation, lieu, usage. Cette analyse nous a amené à décrire le fonctionnement de l'intermodalité et à évaluer les critères d'un degré d'intégration des pôles d'interconnexion, évoluant en fonction de la qualité de service. Ainsi, il est possible de mettre en évidence les améliorations à apporter.

De ce fait, la décomposition nous a incité à soulever la présence d'une dimension supplémentaire permettant d'appréhender les articulations intermodales à l'échelle spatiale. La dimension territoriale fait référence au trinôme d'interconnexion, au lien entre la ville et son aéroport, mais on considère aussi l'ensemble des réseaux se raccordant à la plate-forme aéroportuaire et leur façon de s'y articuler.

Cette association que nous définissons comme un système intermodal ou trinôme enrichi, a ensuite été déclinée en un système intermodal territorialisé permettant d'inclure l'idée de desserte à de multiples échelles spatiales. Le système a également été décliné en un système aéro-ferroviaire à grande vitesse afin de formaliser notre approche théorique du système intermodal ou trinôme enrichi dans une approche spatiale.

Conclusion

En conclusion, ce premier chapitre nous a permis d'avancer sur le concept d'intermodalité, avec premièrement, le recensement de ses définitions. Cette recherche pluridisciplinaire nous a amené à faire émerger trois logiques –Usagers, Opérateurs de transport, Politique– avec en toile de fond, le territoire.

Dans un deuxième temps, le concept d'intermodalité protéiforme, a été précisé à partir de plusieurs notions voisines. Devant l'instabilité de certaines définitions nous avons cherché à établir une synthèse servant de fondement conceptuel à la suite de notre travail. Après la mise en évidence des complémentarités, mais aussi des incohérences établies dans les définitions, nous avons décidé de présenter un développement méthodologique complémentaire, sur la base d'une caractérisation de l'intermodalité selon trois composantes.

Cette analyse tridimensionnelle de l'intermodalité extraite des trois logiques évoquées ci-dessus –Usagers, Opérateurs de transport, Politique– et celle du territoire, a servi de socle pour l'élaboration des propriétés de l'intermodalité.

Nous avons mis en évidence les liens entre les réseaux et les territoires par la définition des deux niveaux du système intermodal ou trinôme enrichi. Cette démonstration nous a permis d'appréhender les articulations intermodales dans leur dimension spatiale, avec l'introduction d'un essai de représentation du système intermodal aéro-ferroviaire à grande vitesse territorialisé, appliqué au cas de l'aéroport de Roissy CDG. Cette approche de la notion d'intermodalité nous a permis de donner un sens à ce terme, qui soit utile pour notre recherche. Les chapitres suivants préciseront le fonctionnement, les objectifs et les enjeux de l'intermodalité.

Chapitre 5 : Concurrence et complémentarité des réseaux ferroviaires et aériens

Introduction

La description du fonctionnement et des objectifs de l'intermodalité, nous amène premièrement à nous interroger sur l'inscription de la thématique de l'intermodalité aéro-ferroviaire en terme de concurrence et de complémentarité entre les modes de transport. Ainsi, du point de vue de la tension entre concurrence et complémentarité nous nous demanderons si l'intermodalité vient perturber la hiérarchie des modes.

Nous interrogerons ensuite les apports de l'intermodalité en termes de nouvelles formes de mobilité. Ces apports seront analysés dans un deuxième point, où nous nous intéresserons au besoin grandissant de mobilité et à la modification de l'accessibilité que suppose l'intermodalité. Il sera parallèlement question de définir le concept d'accessibilité.

Puis, nous nous intéresserons à l'intermodalité comme élément de la modification de la chaîne de déplacements, en nous demandant dans quelle mesure le TGV peut à la fois être concurrent et complémentaire du transport aérien sur des liaisons nationales et européennes.

Enfin, nous montrerons que le mode ferroviaire devient un élément clé des nouvelles relations entre « villes » et aéroports et nous étudierons les enjeux de ces liaisons, en traitant de la métropolisation, de la structuration des réseaux rapides, et en mettant en avant les stratégies que développent les acteurs des modes de transport rapides.

1. La question de la pertinence modale

La **complémentarité**, si souvent évoquée jusqu'ici, mérite d'être définie. Si l'intermodalité tire parti de la complémentarité entre les modes de transport, la complémentarité, indique, « *un principe d'organisation des différents réseaux de transport, visant à l'amélioration de la performance globale du système, sur la base de la performance de chacun des modes* »³³¹.

Dans cette définition, le principe de complémentarité apparaît comme un des fondements des notions d'intermodalité et de multimodalité. Sa mise en œuvre repose sur le principe de hiérarchisation. Ce principe **de hiérarchisation**, défini par Fabienne Margail, prend deux directions. La hiérarchisation peut :

- soit être « *considérée relativement à l'usager et à sa représentation (sociale) des offres de transport, représentation qui va conditionner le choix modal, comportemental et d'itinéraire – voire de destination – que l'usager va faire pour effectuer le déplacement nécessaire à la réalisation de son activité, mais aussi du point de vue analytique et comparatif des différents dispositifs de transport...* »,
- soit être considéré « *par rapport à l'exploitant et à sa façon de constituer et à faire fonctionner son réseau compte tenu de ses objectifs et des diverses contraintes qui s'imposent à lui (meilleure utilisation des capacités...)* »³³².

Comme la complémentarité, la hiérarchisation s'insère dans une logique d'optimisation du système de transport. La hiérarchisation est une « *segmentation qui peut permettre une amélioration de l'adaptation du réseau technique aux territoires traversés et donc une optimisation du fonctionnement des réseaux et de la desserte* »³³³.

³³¹ Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). *Politiques et pratiques d'intermodalité*. Paris, GART.

³³² Margail, F. (1998). De « l'Automobilité » à « l'intermodalité » dans les métropoles (From exclusive car use to « intermodality » in Metropolis). *La Politique de déplacements urbains ; outils du Développement Durable (Urban Transport Policy)*. Balkema. Rotterdam: 451-456.

³³³ Ibid.

1.1 Les relations de concurrence-complémentarité dans l'articulation air-fer : dualité et logiques contraires

Si l'intermodalité consiste en une mise en complémentarité des modes de transport, elle modifie radicalement les relations qu'entretiennent habituellement les opérateurs de transport. En effet, dans la plupart des cas, chaque opérateur adopte une logique de développement axée sur un mode privilégié, face aux autres opérateurs. Et depuis quelques années, il est un « *paradoxe pour les réseaux de transports rapides, [qui] sont à la fois concurrents et complémentaires faisant de l'interconnexion entre réseaux distincts une nécessité, notamment entre l'air et le fer, modes collectifs, rapides et à longue distance* »³³⁴.

L'intermodalité devient un véritable indicateur de qualité de niveau d'intégration entre les différents modes. On passerait donc « *après plusieurs décennies de concurrence modale, à une complémentarité intermodale et plus généralement à une amélioration de la chaîne de transports de voyageurs avec le changement d'échelle des espaces vécus, les logiques économiques et celles territoriales* »³³⁵.

Le besoin de se déplacer rapidement ainsi que la forte croissance de la mobilité poussent à une amélioration continue des modes de transport³³⁶ ; outre la qualité de service, les besoins sont de plus en plus pressants en termes de temps total de déplacement. « *La progression ininterrompue du trafic amène une saturation des réseaux et nécessite la promotion à la fois de la concurrence par l'innovation [des systèmes de transport] mais aussi de la complémentarité par la création de pôles d'interconnexion* »³³⁷.

Concurrence et complémentarité s'expriment aussi en termes de distance. C'est le cas entre le TGV et l'avion qui agissent ou interagissent en fonction de celle-ci. Ainsi, dans la littérature on admet souvent, comme Jacques Pavaux, l'existence de « *zones de partage entre les deux modes* » reposant sur une différenciation par les distances en kilomètres :

³³⁴ Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." *Flux* 41: 5-16.

³³⁵ Ibid.

³³⁶ Varlet, J. (1992). L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective. Paris, ITA: 162.

³³⁷ Ibid.

- « Zone du train
 - Entre 0 et 250 km : train plus rapide que l'avion.
- Zone de concurrence prix/temps
 - Entre 250 et 600 km : partage du marché en faveur du train.
 - Entre 600 et 1000 km : l'avion étant au moins 2 fois plus rapide que le train, partage du marché en faveur de l'avion.
- Zone de l'avion
 - Sup. à 1000 km : l'avion est au moins 3 fois plus rapide que le train »³³⁸.

Cependant, il est nécessaire de relativiser ces zones de partage de modes basées sur des distances en kilomètres. Toujours selon Jacques Pavaux, « le TGV prend l'avantage sur l'avion sur la quasi-totalité des parcours de moins de 350 km [...] au dessus de 1000 km, l'avion ne devrait pas perdre sa domination ; entre 600 et 1000 km il ne devrait céder au train à grande vitesse que 10% de son trafic »³³⁹. Cette conception repose sur la mise en concurrence entre le train à grande vitesse et l'avion en vol direct. L'examen des parts modales dans des relations entre grandes villes confirme l'idée que sur une distance de moins de 350 km, si on est dans une configuration de desserte à grande vitesse, c'est bien le train qui domine. Les relations Paris-Lille (220 km), Paris-Bruxelles (310 km) ou encore Francfort-Stuttgart (210 km) sont de bons exemples. Il faut mentionner la référence aux « 3 heures » fréquemment retenue dans la littérature. Cependant, sur des distances plus importantes les chiffres avancés par Jacques Pavaux sont discutables. En effet, le graphique suivant montre que le train à grande vitesse sur des distances dépassant les 700 km représente plus de 60% de part de marché pour les relations Paris-Marseille et Paris-Montpellier³⁴⁰.

³³⁸ Pavaux, J. (1991). Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe. Paris, SETEC. (Rapport).

³³⁹ Ibid.

³⁴⁰ Nangeroni, C. (2005). "Huit liaisons Prais-Provence à la loupe." Villes et Transports, Les Editions de la Vie du Rail Hebdomadaire du 4 mai 2005: 4 p.

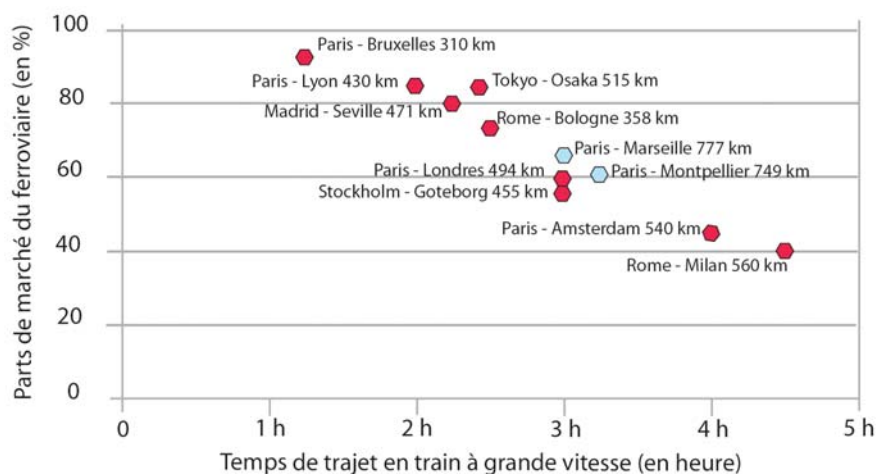


Schéma adapté et complété d'après :

"Air / HS Rail : From competition to complementarity". UIC. (1999). Presentation at future of Rail conference, Berlin.

Source : "Huit liaisons Paris-Province à la loupe". Cécile NANGERONI. (2005). Villes & Transports. Hebdomadaire du 04/05/2005.

Figure 15 : Partage modal entre le ferroviaire à grande vitesse et l'aérien³⁴¹

Ces résultats renvoient au succès des trains à grande vitesse sur certaines relations qui s'explique en grande partie par la performance temporelle des liaisons proposées. Le ferroviaire à grande vitesse est encore en pleine extension sur le territoire européen et devrait continuer son développement après 2020. Il a accentué le raisonnement en temps de transport plutôt qu'en kilomètres. En effet, l'arrivée des lignes à grande vitesse a profondément modifié la perception de l'accessible, donnant à la vitesse une place centrale, rétrécissant l'espace-temps³⁴².

On aboutit alors à l'idée que le train à grande vitesse, par les temps d'acheminement qu'il permet, peut concurrencer l'avion, d'une part, et d'autre part, devenir complémentaire avec ce même mode sur des distances plus courtes cette fois-ci, en concurrence avec l'automobile³⁴³.

L'espace longtemps considéré comme euclidien, assujetti aux distances-kilomètres est transformé par la représentation des distances-temps, modifiant les rapports de l'homme à l'espace par l'amélioration des vitesses d'acheminement³⁴⁴. On pourra se référer notamment, aux anamorphoses de C. Cauvin et H. Reymond reprises dans

³⁴¹ Schéma adapté et complété d'après les sources suivantes : Union Internationale des Chemins de fer (UIC) (1999). *Air / HS Rail : From competition to complementarity*. Presentation at future of rail conference, Berlin. Et Nangeroni, C. (2005). "Huit liaisons Paris-Province à la loupe." *Villes et Transports, Les Editions de la Vie du Rail Hebdomadaire du 4 mai 2005*: 4 p.

³⁴² Francis Beaucire, in Transports Urbains : L'Effet TGV, une France à géométrie variable ou...le TGV brouilleur de cartes, 1992

³⁴³ Plassard, F. (1991). "Le Train à grande vitesse et le réseau des villes." *Transports* **345**: 14-23.

³⁴⁴ Ollivro, J. (2000). *L'Homme à toutes vitesses : de la lenteur homogène à la rapidité différenciée*. Rennes, Les PUR (Presses Universitaires de Rennes).

l'Atlas du Transports et de l'Énergies³⁴⁵ qui illustrent la représentation des distances-temps. On peut aussi se reporter à ce même chapitre qui traite de la question de la diversité des grandes vitesses en Europe, avec des trains circulant à des vitesses comprises entre 200 et 350 km/h³⁴⁶.

Les chiffres récents montrent que le train à grande vitesse vient donc modifier les règles établies, en reprenant l'avantage sur l'avion sur des liaisons dépassant parfois les 700 km et pour un trajet effectué en un peu plus de 3 heures. Toutefois, cette nouvelle donne, dessine une large zone de complémentarité entre les deux modes ce qui a pour conséquence de modifier la hiérarchisation des modes. Ces deux logiques servant, rappelons-le, à l'optimisation de la chaîne de transport. Par complémentarité on entendra l'idée que la combinaison du train et de l'avion sur un même trajet est préférable à toute autre solution monomodale, avec le train utilisé sur des distances courtes et l'avion sur des distances plus lointaine³⁴⁷. Cependant, il faut pour cela que cette solution soit rentable pour l'utilisateur en terme, d'une part, de coût et d'autre part, de temps ou alors il faut que ce soit la seule solution possible pour effectuer le déplacement.

En synthèse on peut rappeler que si les travaux de Jacques Pavaux, menés en 1991, reflètent bien la réalité de l'époque, aujourd'hui, on doit réévaluer les zones de partage qu'il a définies. Comme on a pu le voir sur le graphique, il apparaît que l'avion est mis en difficulté par le train à grande vitesse sur des distances inattendues, comme le montre les chiffres des relations Paris-Marseille ou Paris-Montpellier.

De plus, la nouvelle génération de ligne à grande vitesse, avec des vitesses commerciales se rapprochant de 350 km/h, risque de modifier encore les échelles de pertinence de l'utilisation des modes. Toutefois, on ne peut totalement disqualifier l'analyse de Jacques Pavaux, car en Europe la grande vitesse n'est pas la même dans tous les pays, comme on a pu l'évoquer dans le chapitre 3 de la première partie. La démonstration faite ici, renvoyant à une nouvelle zone de pertinence des

³⁴⁵ Cartes en anamorphose (p.51-53) qui proposent l'espace fonctionnel des TGV à plusieurs dates. Chapelon, L. et Cicille, P. (2000). Atlas de France : Transports et énergie. Montpellier, Reclus.

³⁴⁶ Union Internationale des Chemins de fer (UIC) (2005). Grande vitesse - Tout savoir sur la GV : Définitions, <http://www2.uic.asso.fr>. **Consulté en 2005.**

³⁴⁷ Pavaux, J. (1991). Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe. Paris, SETEC.

modes ne s'applique pour l'instant qu'à la France. Néanmoins, les éléments les plus récents montrent qu'il est nécessaire de questionner les conceptions antérieures.

On retiendra que le train, à grande vitesse, vient concurrencer l'avion sur des distances croissantes. Cette tendance est porteuse de nouvelles formes de relations entre modes que nous allons examiner maintenant.

1.2 Nouvelles formes de relations entre modes de transport

Dans ce contexte il s'agit de savoir comment s'inscrit la thématique de l'intermodalité air-fer, en termes de concurrence et complémentarité entre les modes de transport. La genèse des réseaux traitée dans le chapitre deux, nous a permis d'établir les modalités de croissance des réseaux, arrivés à maturité ou en phase de maturité. L'enjeu pour ces réseaux est alors de rester compétitifs. La transformation des usages des modes et l'articulation de réseaux similaires ou différents qui font suite à une limite d'extension du réseau introduisent l'intermodalité et les relations de concurrence et de complémentarité qui en découlent.

L'objectif de ce point est alors de poser l'intermodalité comme une des clés des nouvelles relations entre modes de transport et territoires. Pour tirer parti des opportunités permises par l'intermodalité, il faut une organisation de la complémentarité mais il ne faut pas omettre que chaque mode a son espace de pertinence. De plus, il faut garder à l'esprit que la complémentarité se nourrit de la coopération et de la coordination des opérateurs de transport mais aussi des autres acteurs du transport et des territoires. La complémentarité renvoie également à la concurrence qui existe entre les modes. Ainsi, dans un premier point on montrera l'organisation que suppose la complémentarité des modes de transport. Notre deuxième point, s'attachera à démontrer que la complémentarité est liée à la façon dont on va articuler les modes et à la distance sur laquelle la complémentarité peut être proposée. On s'intéressera dans un troisième point à la nature de la complémentarité air-fer et enfin, on proposera des moyens de mesurer la complémentarité.

Si l'intermodalité représente l'utilisation successive d'au moins deux modes de transport au cours d'un déplacement, celle-ci mobilise le principe de la

complémentarité. On peut alors émettre l'hypothèse selon laquelle sans organisation la complémentarité ne peut pas être mise en œuvre.

❑ **Complémentarité et organisation :**

Selon Giuseppe Pini « *c'est au niveau de la rupture de charge, dans une chaîne de transport, lieu où les marchandises [et les usagers] doivent être transbordés d'un moyen de transport à un autre, et donc [au niveau] d'une discontinuité spatiale que se situe cette complémentarité des modes de transport* »³⁴⁸. La chaîne de transport doit être continue : c'est la traduction de la nécessaire complémentarité intermodale pour répondre à une demande de transport.

La complémentarité implique la création d'interfaces qui sont autant de lieux de concentration et de diffusion des échanges, donc de puissants pôles de structuration des territoires. Le pôle d'échanges dans un système de transport se définit comme « *l'ensemble des infrastructures permettant le passage des usagers ou des marchandises entre des réseaux et/ou des modes de transport différents* »³⁴⁹.

- La logique de développement monomodal, constante de l'évolution des réseaux de transport, amène chaque opérateur à percevoir tous les autres modes de transport comme des concurrents. Le paradoxe est là : hier concurrents dans une logique monomodale, les modes deviennent complémentaires avec l'intermodalité.

Dans ce contexte, un déplacement, qu'il soit de marchandises ou de personnes, ne peut se concevoir que comme une succession, si possible optimale, de déplacements élémentaires effectués dans des modes différents.

Dans la mesure où les vitesses augmentent, les étapes s'allongent et les lieux desservis deviennent de plus en plus éloignés et de moins en moins nombreux ; l'organisation de la complémentarité entre les modes de transport devient alors une nécessité encore plus forte. « *Et puisque la population n'est pas encore totalement concentrée en quelques nœuds privilégiés, il est nécessaire d'organiser les*

³⁴⁸ Pini, G. (1991). La Géographie des transports (Chap. 8). Les Concepts de la géographie humaine (Bailly, Antoine et al.). Paris, Masson. **2ème éd.**: 135-145.

³⁴⁹ Ibid.

complémentarités entre réseaux, pour qu'à défaut de l'ensemble du territoire au moins la plus grande partie de la population puisse accéder aux divers réseaux »³⁵⁰.

Comme le montrent Jean-Jacques Bavoux et Maximilien Piquant dans une analyse de l'axe Paris-Lyon, les modes d'associations entre les réseaux peuvent s'établir selon quatre mécanismes qui sont :

- La « *complémentarité : pour assurer la continuité dans le déplacement.*
- [le] *principe de relais : pour prolonger un réseau en gestation.*
- [le] *principe de dépendance : pour opérer des rabattements et des éclatements, c'est-à-dire tenir compte du pré et post-acheminement qui s'établit aux deux extrémités des liaisons Paris-Lyon, tant vers les gares que vers les aéroports, et qui se partagent pour les voyageurs entre le véhicule individuel et les transports en commun urbains et suburbains.*
- [le] *principe de coopération : où toute une série de facteurs étant favorables au développement de l'intermodalité (distance, trafic, multiplicité des équipements, saturation latente des infrastructures routières...) la quasi-hégémonie du transport routier est en passe de laisser sa place à la complémentarité modale, mais avec une grande hétérogénéité des situations due essentiellement au fait que l'axe soit richement doté en moyens de transport.*

Un certain nombre de facteurs semble intervenir dans le jeu de la concurrence intermodales, en effet la recherche de performance et celle d'un tracé attractif est l'objectif de chaque réseau, ce qui a pour conséquence de créer une inter-influence »³⁵¹. De plus, on sait que, comme le souligne François Plassard que « chaque mode a tendance à se considérer comme exclusif et à même de satisfaire tous les besoins de transport. La logique de défense, riposte à la concurrence [et] l'emporte sur la complémentarité, chaque mode passant successivement par trois états :

- *complémentarité*
- *dominance*

³⁵⁰ Plassard, F. (1995). Les Réseaux de transport et de communication. Encyclopédie de Géographie (Bailly, Antoine, Ferras, Robert et Pumain, Denise). Paris, Economica: 515-533.

³⁵¹ Bavoux, J.-J. et Piquant, M. (2000). "Les Réseaux de transport entre Paris et Lyon : Compétition ou coopération ?" Flux 39/40: 30-39.

- *concurrence* »³⁵².

Chaque mode construit son réseau³⁵³ et les paramètres de complémentarité, coopération, coordination et concurrence apparaissent au fur et à mesure de la construction du réseau. Un mode unique ne sera jamais pertinent sur tout l'espace, à toutes les échelles et pour toutes les distances. Celui-ci cherchera donc à être complémentaire et à coopérer avec d'autres réseaux lorsqu'il n'est pas en mesure de satisfaire un service. Si on prend l'exemple du train à grande vitesse qui dessert des villes de moyennes et grandes tailles, on voit bien les limites : c'est bien comme une sorte de relais que le métro ou le TER (Train Express Régional) vont intervenir à la suite du train à grande vitesse pour acheminer les usagers jusqu'à leur lieu de destination final. Cette complémentarité et la coopération s'exprimeront notamment dans le cadre d'une utilisation du TER par l'adaptation des horaires, pour fournir la possibilité d'une articulation moins contraignante. Cette correspondance pourra d'ailleurs se faire avec un billet combiné qui cumulera sur un même ticket de transport les trajets TGV et TER.

Toutefois, il faut ajouter que les modes restent concurrents : un des exemples les plus intéressants de cette concurrence est celui de l'avion et du TGV. Effectivement, ces deux modes restent en concurrence si tous deux proposent un service de qualité, attractif en coût et en temps. Cependant, cette relation n'existera qu'à condition que chaque mode présent sur le trajet n'opère pas sous un seuil significatif de part de marché. Si on prend l'exemple de la relation Paris-Lyon, depuis la mise en service du TGV, l'avion, en concurrence direct avec ce dernier, a perdu sa place de leader. Pourtant, la relation n'a pas été remise en cause et même si la fréquence comme la fréquentation ont diminué, l'avion garde une place non-négligeable. Pour expliquer cette situation on peut avancer plusieurs raisons. Premièrement, l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry est un hub secondaire de la compagnie Air France qui a son hub principal à l'aéroport de Paris-Roissy CDG. Cette organisation permet au système aérien lyonnais de ne pas dépendre que de sa relation avec Paris. Deuxièmement, on constate que les vols sont bien placés sur la grille horaire de

³⁵² Plassard, F. (1995). Les Réseaux de transport et de communication. Encyclopédie de Géographie (Bailly, Antoine, Ferras, Robert et Pumain, Denise). Paris, Economica: 515-533.

³⁵³ On propose au lecteur de se référer au chapitre 3 de la première partie qui traite de la morphogénèse des réseaux.

sorte qu'ils permettent des correspondances à Roissy CDG avec un minimum de temps d'attente pour un autre vol et restent compétitifs par rapport au TGV.

En définitive, la complémentarité renvoie à une organisation, mais aussi à la zone de pertinence des modes, donc à la distance et à l'articulation que nous proposons d'étudier maintenant.

□ **Complémentarité, distance et articulation :**

Comme on a déjà pu l'évoquer avec la zone de partage modal³⁵⁴, chaque mode bénéficie d'un espace de pertinence. Si pendant longtemps on a cherché le plus court chemin en distance, il est apparu clairement que le chemin le plus droit n'est pas toujours le plus court. « *Les réseaux sont fondamentalement exogènes, en cela que les équipements reliant deux villes ne sont pas seuls mais associés à des réseaux plus vastes où existent des interactions* »³⁵⁵. Il en résulte alors une nécessaire articulation des modes à toutes les échelles spatiales, qui rendent possible la complémentarité.

Avec l'augmentation du trafic, les réseaux ont établi entre eux de nombreuses interactions. Dans la variété des relations réticulaires, on constate que l'empilement l'emporte sur la relève et l'accumulation sur l'effacement. « *Les relations réticulaires se traduisent d'abord au niveau d'une inscription spatiale, [...] elles offrent ensuite une très subtile diversité de combinaisons dont l'illustration pourrait être les rapports entre Air France et la SNCF, rivaux objectifs se livrant à une guerre tapageuse des tarifs, des pubs, (et des grèves), tandis que [...] les TGV viennent sagement s'arrêter dans les aéroports de Roissy et Satolas [aujourd'hui Saint-Exupéry]* »³⁵⁶.

Ainsi, les stratégies des opérateurs les amènent à combiner des relations de concurrence et des relations de complémentarité. D'autre part, les collectivités peuvent souhaiter la multiplication des possibilités de relations sur des axes qu'elles jugent stratégiques, à condition que les opérateurs trouvent un marché suffisant et aider dans ce cas directement ou indirectement au développement des offres.

³⁵⁴ Pavaux, J. (1991). *Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe*. Paris, SETEC.

³⁵⁵ Bavoux, J.-J. et Piquant, M. (2000). "Les Réseaux de transport entre Paris et Lyon : Compétition ou coopération ?" *Flux* 39/40: 30-39.

³⁵⁶ Ibid.

Du point de vue des collectivités, en partie convergent avec celui des opérateurs, l'enjeu est de construire un réseau complémentaire, un maillage convenable et une implantation judicieuse des points nodaux qui permettront de faire face à la demande, de combattre le désenclavement de certaines villes, de certaines régions, et enfin de rendre les déplacements plus sûrs et plus efficaces.

Le développement de l'articulation entre les réseaux passe, pour les voyageurs, par le renforcement des points nodaux à plusieurs échelles (nationale et interrégionale)³⁵⁷. Ces pôles d'échanges multi-échelles renforcent la logique de complémentarité.

Plusieurs auteurs, comme Jacques Pavaux, considèrent les modes de transport comme substituables les uns aux autres dans certaines conditions. Les modes qui satisfont le même service sont alors concurrents : l'utilisateur peut prendre soit le train, soit l'avion pour effectuer son déplacement, le train pouvant donc se substituer à l'avion et vice versa³⁵⁸. La combinaison des deux modes représente alors une nouvelle forme de transport, renvoyant à une organisation spécifique selon laquelle les modes deviennent complémentaires en coopérant pour assurer les déplacements de l'utilisateur.

Du point de vue de l'utilisateur, la complémentarité s'exprime lors de l'utilisation successive de plusieurs modes. Cette forme d'utilisation est alors jugée préférable, quand elle n'est pas incontournable, à l'utilisation d'un moyen de transport unique pour un déplacement entre deux villes. Ainsi, pour Jacques Pavaux, l'introduction du TGV en Europe constitue un enjeu nouveau pour l'intermodalité car elle « *permet d'offrir de nouvelles combinaisons du train et de l'avion, qui sont préférables à toute autre solution pour satisfaire un besoin de déplacement* »³⁵⁹.

Dans l'analyse de Jacques Pavaux, la complémentarité entre deux modes de transport se conçoit sur des parcours effectués successivement en combinant le train à grande vitesse pour des liaisons courtes et l'avion sur des distances longues (de

³⁵⁷ Parrotin, G. (1994). Des Equipements plus performants, des services mieux adaptés. Les Orientations de la politique d'Aménagement du territoire à l'horizon 2015. Conseil Économique et Sociale (CES). Paris. 3: 27-31.

³⁵⁸ Pavaux, J. (1991). Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe. Paris, SETEC.

³⁵⁹ Ibid.

plus de 800 km). Néanmoins, cette solution n'apparaît que si elle est rentable, en termes de coût et de temps ou si elle est la seule possible.

❑ **La nature de la complémentarité air-fer :**

La logique consistant à rendre complémentaires deux moyens de transport, ici le train à grande vitesse et l'avion, consiste à donner au TGV, à partir des villes dites secondaires, le rôle de rabatteur de trafic sur les aéroports des villes principales, soit un rôle de pré et/ou post-acheminement. La zone de complémentarité concerne donc les échelles interrégionales et/ou intra-européennes, qui relient des grandes villes ou métropoles bien desservies par l'avion à des villes de moyennes importances reliées aux nouvelles voies ferroviaires à grande vitesse. C'est aussi la possibilité pour les villes de rayonner comme des métropoles sans en avoir tous les attributs.

On est donc dans la logique suivante : là où les TGV complèteront l'avion, la complémentarité sera donc bien réelle et la principale conséquence en sera un élargissement de la zone d'influence de l'avion et de celle du train à grande vitesse. Ainsi, l'avion pénétrera la zone du TGV avec la possibilité de relier efficacement des villes européennes voire mondiales à des villes qui ne disposent pas d'un accès aérien performant. Le TGV quant à lui atteindra grâce à l'avion des territoires hors de sa portée habituelle car son alliance avec l'avion lui permettra de franchir les obstacles naturels comme l'océan Atlantique pour atteindre les Etats Unis. Pour Jacques Pavaux, *« cette complémentarité ne sera cependant efficace que si certaines conditions sont réunies comme :*

- *L'interconnexion des réseaux, notamment en termes d'horaires.*
- *L'enregistrement des bagages d'un bout à l'autre de la chaîne de transport.*
- *La coopération commerciale entre les modes de transport dans le but d'offrir un service cohérent qui va de l'information multimodale, du système multimodal de réservation (un seul billet pour tout le parcours), à des tarifs liés (tarification combinée) »³⁶⁰.*

Jacques Pavaux met donc l'accent sur la qualité de service. En effet, la complémentarité doit répondre à des exigences précises en termes d'organisation du

³⁶⁰ Ibid.

service. Notons que s'il propose une lecture de la qualité de la complémentarité, il ne fournit pas de réponse précise quant à sa mesure.

❑ **Mesurer la complémentarité :**

Ce souci de mesurer la complémentarité se retrouve chez d'autres auteurs. Une des entrées pour mesurer la complémentarité est la qualité de service. Cependant, la complémentarité est mesurable à d'autres niveaux :

- « *Technique : aménagement des infrastructures, organisation de la chaîne de transport*
- *Spatial : désenclavement et desserte des zones les moins peuplées du territoire qui permet d'établir entre les différents modes de transport une situation de complémentarité.*
- *Temporelle : concordance ou aménagement des horaires »*³⁶¹

On peut donc retenir l'idée que la complémentarité entre modes de transport s'exprime en termes de service, de spatialité et de temporalité.

Cependant, est-il nécessaire de remplir ces trois conditions pour pouvoir parler de complémentarité entre les modes de transport ? Comme on a déjà pu l'évoquer à plusieurs reprises, si on part du principe que personne ne vit dans une gare, un aéroport ou un arrêt de bus, tout déplacement est intermodal. La complémentarité peut être gérée par les opérateurs qui vont mettre en place la possibilité d'articuler les modes. L'exemple le plus représentatif est la mise en place d'un bus ou une navette qui va relier une gare à une aérogare. Néanmoins, la complémentarité peut aussi être à l'initiative de l'utilisateur lorsque de lui-même, il va mettre en concordance les horaires de deux modes différents.

Dans la recherche de complémentarité entre modes de transport, un certain nombre de questions reste en suspens, notamment en matière d'adaptation de l'offre intermodale à la demande. Car concurrence et complémentarité résultent d'une part, de la variété de l'offre de transport³⁶², mais aussi du coût et de la qualité de service d'un déplacement.

³⁶¹ Taroux, J.-P. (1982). Les Déplacements interrégionaux : Complémentarité ou concurrence ? Les Transports en France : Situation au début des années 80 et nouvelles politiques. La Documentation Française. Paris. **4684-4685-4686**: 89-99.

³⁶² Ibid.

1.3 Effets de l'intermodalité air-fer sur les aires d'influence des modes et modification de la hiérarchie

Pour de nombreux auteurs, on l'a vu, l'intermodalité modifie l'aire d'influence de chacun des modes qui s'articulent. Ainsi, dans l'articulation du mode aérien et du mode ferroviaire à grande vitesse, telle que Jacques Pavaux la définit, le train à grande vitesse peut jouer un rôle de pré et/ou post-acheminement de l'avion. Dans ce contexte, l'intermodalité peut-elle être considérée comme un élément perturbateur de la hiérarchie des modes ou comme la possibilité pour ces modes d'intervenir sur des territoires hier inaccessibles ?

□ Le cas de Lyon et de la mise en service de la ligne à Sud-est :

Dans le cas de Lyon, la création de la ligne TGV Sud-est entre Paris et Lyon, mise en service en 1981, a eu pour conséquence de modifier radicalement les habitudes de certains usagers. Effectivement, la liaison aérienne entre Paris et Lyon, représentant une part très importante du trafic de l'aéroport avant 1981 n'a fait que baisser depuis l'ouverture de la ligne à grande vitesse entre ces deux villes. Soit, environ 2 millions de passagers de moins, sur une période d'à-peu-près dix ans, ces passagers se reportant systématiquement sur le TGV³⁶³.

Il apparaît que les modes de transport sont hiérarchisés notamment par la vitesse. Dans ce contexte et avant l'arrivée du train à grande vitesse, le mode aérien et l'autoroute étaient considérés comme les deux modes les plus rapides. L'arrivée du TGV modifie la hiérarchie établie en devenant parfois plus rapide que le transport aérien, sur certaines relations. En conséquence, cette hiérarchie basée sur la vitesse fait que le TGV devient comme l'avion et l'autoroute, un des réseaux de niveau le plus élevé. De plus, ces modes, rapides, apportent à l'utilisateur une meilleure qualité de service en matière « *de fiabilité, de sécurité, de confort, de vitesse et même de fréquence* »³⁶⁴, sans oublier de temps de parcours, qui renvoie en partie à la vitesse. Cette hiérarchie est à nouveau modifiée avec l'arrivée des TGV dans les aéroports.

³⁶³ Bavoux, J.-J. et Piquant, M. (2000). "Les Réseaux de transport entre Paris et Lyon : Compétition ou coopération ?" *Flux* 39/40: 30-39.

³⁶⁴ De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). *Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation*. Paris, La Documentation Française.

❑ L'entrée des TGV dans les aéroports :

L'arrivée, dans le milieu des années 1990 des TGV à l'intérieur des aéroports, vient une nouvelle fois bouleverser la hiérarchie. Le rassemblement de ces deux modes rapides (TGV et avion) au sein d'un pôle d'échanges associant d'autres modes tels que l'autoroute et le RER (pour l'Aéroport de Paris-Roissy CDG) vient accentuer la tension entre concurrence et complémentarité entre les modes.

Ainsi, pour Eric Sauvalle, Laurence Renaudin et Patrick Chamoin l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse repose sur une relation de concurrence puis de complémentarité en fonction de la longueur des parcours mesurée en durée ou en kilomètres³⁶⁵. La complémentarité avion-TGV est considérée d'autant plus grande que le parcours aérien est long. Ainsi, sur les vols domestiques ou européens à courtes et moyennes distances, « *les deux modes sont plus concurrents que complémentaires et donc l'intermodalité est limitée* »³⁶⁶.

Dans cette conception le TGV construit une aire de pertinence entre 1 et 3 heures de trajet. En dessous, la voiture reste la plus compétitive et après trois heures de trajet c'est l'avion³⁶⁷ qui domine. La compétition entre les deux modes est plus intense sur les parcours allant de 250 à 1000 km pour la plupart des sources recensées dans la littérature. « *L'avion garde sa supériorité avec des temps de déplacement trois fois inférieurs* »³⁶⁸ à ceux du TGV pour des parcours dépassant les 1000 km. Dans les sources, il faut cependant souligner que nous citons la mesure des temps de déplacement et notamment ceux de l'avion n'incluent généralement pas toutes les étapes avant et après le vol. Ces étapes concernent également l'enregistrement des bagages, le contrôle des douanes ou encore la récupération des bagages.

L'idée la plus répandue est que l'objectif affiché de l'articulation TGV-Avion est d'accroître leurs zones d'influence respectives plutôt que d'inverser frontalement la hiérarchie des modes. « *L'idée que puisse se compléter l'avion et le TGV amène à*

³⁶⁵ Sauvalle, E., Renaudin, L. et Chamoin, P. (1994). "Aéroport Charles de Gaulle : Une gare multimodale." Revue générale du chemin de fer: 139-143.

³⁶⁶ Navarre, D. (1999). L'Impact de l'intermodalité avion-train à grande vitesse sur la demande aérienne. Le Développement de la grande vitesse ferroviaire en Europe : Concurrence ou complémentarité avec le transport aérien ? IAURIF. Paris, Institut d'aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France: 17-26.

³⁶⁷ Klein, O. (1997). "Le TGV-Atlantique et les évolutions de la mobilité: entre crise et concurrence." Les Cahiers Scientifiques du Transport **32**: 57-83.

³⁶⁸ Citrinot, L. (1993). "Train/Avion : entre compétition et complémentarité." Aéroports magazines **242**: 20-21. & Pavaux, J. (1991). Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe. Paris, SETEC.

envisager ces deux modes comme l'un pré-acheminant le trafic de l'autre (d'une ville vers un aéroport), et l'autre comme post-acheminant ce même trafic pour une destination plus éloignée »³⁶⁹. L'intermodalité se conçoit donc comme la possibilité de contribuer à régler des problèmes préoccupants, comme la saturation à l'abord des aéroports mais aussi comme le moyen de donner une meilleure accessibilité au reste du territoire. Le TGV apparaît alors comme un outil de substitution « à l'avion sur les vols domestiques pour que l'avion puisse se concentrer sur l'international, complémentarité et coopération apparaissent comme des mots clés »³⁷⁰.

□ La complémentarité et la hiérarchisation pour une chaîne de transport performante :

L'intérêt pour l'utilisateur se trouve dans une chaîne de transport pratique et compétitive, qui lui permette d'effectuer un déplacement de porte à porte. Dans la hiérarchisation des modes on retrouve l'intermodalité puisqu'elle renvoie à « *une segmentation qui peut permettre une amélioration de l'adaptation du réseau technique aux territoires traversés et donc une optimisation du fonctionnement des réseaux et de la desserte* »³⁷¹. Fabienne Margail décline d'ailleurs une grille de hiérarchisation de l'offre à laquelle elle attribue cinq critères qui montrent que hiérarchisation et intermodalité sont compatibles. L'offre de transport est définie par :

- *« La fonction, soit l'échelle géographique de desserte.*
- *Le niveau de service, comprenant vitesse, fréquence, régularité, fiabilité, amplitude horaire du service.*
- *Le type d'infrastructure.*
- *Les options d'exploitation.*
- *La capacité des matériels »³⁷².*

A la question de départ qui, partait du point de vue de la tension entre concurrence et complémentarité pour se demander si l'intermodalité était un facteur de modification de l'usage des modes, on peut apporter une réponse positive. En effet, par sa mise

³⁶⁹ Hébrard, C. (1994). La Complémentarité air / rail. Quelle Intermodalité air / rail pour la région Sud-est ? Adifurta. Marseille, Institut de Formation Universitaire et de Recherche en Transport Aérien: 75-89.

³⁷⁰ Poingt, M.-H. (1998). "Quand le train et l'avion font alliance." La Vie du Rail **2656**: 4-5.

³⁷¹ Margail, F. (1998). De 'l'Automobilité' à 'l'intermodalité' dans les métropoles (From exclusive car use to 'intermodality' in Metropolis). La Politique de déplacements urbains ; outils du Développement Durable (Urban Transport Policy). Balkema. Rotterdam: 451-456.

³⁷² Ibid.

en œuvre, l'intermodalité contribue à l'adaptation des réseaux et à une optimisation de leur fonctionnement pour une bonne desserte de porte à porte. Pourtant, après avoir observé que la complémentarité nécessite une organisation, qu'elle s'effectue selon des zones de partage de modes et qu'elle appelle à une adaptation de fonctionnement des réseaux entre eux, on peut se demander comment les objectifs contradictoires des opérateurs de transport interfèrent dans le contexte de l'articulation des modes.

□ Articulation des modes de transport pour une bonne complémentarité :

Les opérateurs monomodaux ont des ambitions contradictoires. L'offre est d'abord étudiée pour répondre à un besoin de déplacement monomodal.

Le voyageur désireux de prendre le train pour se rendre d'un lieu à un autre, s'en remet à un opérateur ferroviaire qui étudie son trajet et lui fournit la meilleure offre dont il dispose. Le même schéma se reproduit avec l'opérateur aérien. Dans ces propos, on ne néglige pas la présence des voyagistes, tours opérateurs et agences de voyage, mais on insiste simplement sur la fonction des opérateurs monomodaux. A ce stade, si on entre dans une logique intermodale et donc d'une articulation des modes ferroviaire et aérien, on s'interroge sur l'organisation à la fois de l'offre combinée mais aussi sur la gestion de cette offre par les opérateurs.

Le déplacement intermodal introduit la complémentarité qui est basée sur l'effort intermodal que vont fournir les opérateurs. Cette complémentarité prônée par les politiques s'inscrit en contradiction avec les stratégies et les organisations monomodales des opérateurs. Si on considère le nombre limité des espaces de rencontre entre les modes venant valider un système intermodal aéro-ferroviaire territorialisé, le raisonnement intermodal apparaît ponctuel et organisé de manière à satisfaire des relations prédéfinies par les opérateurs, cantonnées dans des créneaux étroits.

Pour l'utilisateur, si le progrès des systèmes de transport réside dans la réduction des ruptures de charge, le déplacement intermodal est souvent préféré pour éviter une longue attente ou un prix excessif. Cependant, si on a exposé le fait que la complémentarité entre les modes reste soumise à la bonne volonté des opérateurs

de transport, devant le besoin grandissant de mobilité, il devient nécessaire de répondre par une offre abondante à la demande des usagers. La réponse se trouve alors dans le croisement des échelles de desserte des modes de transport et dans l'articulation des réseaux, autant que dans celle des territoires pour améliorer l'accessibilité.

2. Intérêt et limites de la complémentarité des modes

La mobilité constitue l'entrée de nombreuses recherches concernant le transport et les territoires. La mobilité renvoie communément à un déplacement d'un lieu à un autre. Les individus dans leur vie de tous les jours sont confrontés à la maîtrise de la distance qui sépare les lieux les uns des autres ; la mobilité traduit aussi cela³⁷³. Ainsi, la mobilité est possible parce qu'il existe une offre de déplacement. On sait que le besoin de déplacement est grandissant et qu'il requiert continuellement une modification du système de transport pris dans son ensemble. On recherche les meilleurs coûts économiques et temporels mais aussi une meilleure accessibilité. Et que ce soit du côté de l'utilisateur, de l'opérateur, ou bien encore des autorités organisatrices, la recherche d'une meilleure accessibilité constitue une volonté commune mais qui ne recouvre pas nécessairement le même contenu.

Nous proposons donc d'étudier le concept d'accessibilité afin de nous demander ensuite comment l'intermodalité intervient dans la modification de l'accessibilité des lieux et dans les nouvelles formes de mobilité.

2.1 Définition du concept d'accessibilité

Par accessibilité on entend dans un premier temps, « *la plus ou moins grande facilité avec laquelle un lieu ou une fonction économique attractive (emplois, commerces, services...) peut être atteint à partir d'un ou de plusieurs autres lieux, à l'aide de tout ou partie des moyens de transport existants* »³⁷⁴.

Cette première définition permet de lier la notion d'accessibilité aux concepts précédemment définis. En effet, l'intermodalité se pose en termes d'amélioration de

³⁷³ Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin.

³⁷⁴ Bavoux, J.-J., Beaucire, F., Chapelon, L. et Zembri, P. (2005). Géographie des transports. Paris, Armand Colin.

l'accessibilité, accessibilité qui renvoie « à la position relative des lieux dans un réseau de transport »³⁷⁵ ou à la position des nœuds de réseau.

Pour d'autres auteurs³⁷⁶, la notion d'accessibilité est et enrichie par l'idée qu'elle dépende « de l'état des moyens de transport et [du] coût : le monde est accessible en tout point, mais il faut tenir compte de la pénibilité du déplacement et des contraintes spatio-temporelles, qui dépendent de la position géographique des lieux d'origine et de destination, et du niveau de service offert par les systèmes de transport utilisés pour accomplir le déplacement »³⁷⁷. Dans la première définition proposée, on avait déjà pu mettre l'accent, non seulement sur la facilité d'accès aux lieux, mais aussi sur l'idée que tout point est accessible et que cette accessibilité dépend du réseau et du coût. Comme le précise Laurent Chapelon, « l'accessibilité ne renvoie pas uniquement à la seule possibilité d'atteindre ou non un lieu donné, elle traduit également la pénibilité du déplacement, la difficulté de la mise en relation appréhendée le plus souvent par la mesure des contraintes spatio-temporelles »³⁷⁸.

La mesure de l'accessibilité se fonde sur le principe que l'espace contraint le nombre d'opportunités accessibles. Elle peut se mesurer par la somme des distances à un lieu à partir des autres lieux³⁷⁹. Plus cette somme est faible, plus le lieu est accessible. D'autres auteurs proposent de mesurer l'accessibilité d'un lieu par le nombre et/ou la fréquence des liaisons directes qu'il entretient avec les autres lieux, ou encore de la pondérer par divers multiplicateurs³⁸⁰.

Laurent Chapelon précise quant à lui que l'accessibilité « va dépendre non seulement de la position géographique respective des lieux d'origine et de

³⁷⁵ Cattan, N., Pumain, D., Rozenblat, C. et Saint-Julien, T. (2000). Le système des villes européennes. Economica. Paris. 2^{ème} édition: 243 p.

³⁷⁶ Bavoux, J.-J., Beaucire, F., Chapelon, L. et Zembri, P. (2005). Géographie des transports. Paris, Armand Colin.

³⁷⁷ Auray, J.-P., Bailly, A., Derycke, P. H. et Huriot, J.-M. (1994). Encyclopédie d'Economie Spatiale : Concepts-Comportements-Organisations. Paris, Economica. Et définition de l'accessibilité proposé par Laurent Chapelon sur le site Hypergéo (<http://hypergeo.free.fr/>).

³⁷⁸ Colin. Et définition de l'accessibilité proposée par Laurent Chapelon sur le site Hypergéo (<http://hypergeo.free.fr/>).

³⁷⁹ Bonnafous, A. et Masson, S. (1999). Evaluation des politiques de transports et équité spatiale. Lyon, Laboratoire d'Economie des Transports (LET): 35.

³⁸⁰ Offner, J.-M. et Pumain, D. (1996). Réseaux et Territoires : significations croisées. Paris, De l'Aube.

destination, mais également du niveau de service offert par le ou les systèmes de transport utilisés pour accomplir le déplacement »³⁸¹.

Ainsi, l'accessibilité traduit par le niveau de service des modes de transport va nous amener à considérer, d'une part, les transports individuels et, d'autre part, les transports collectifs. La qualité du service des modes de transport individuels va dépendre :

- de la structure du réseau qui considère la sinuosité et la configuration des voies du réseau,
- de la qualité des infrastructures qui renvoie aux caractéristiques techniques du réseau (comme par exemple le nombre et la largeur des voies de circulation),
- des caractéristiques techniques du véhicule utilisant le réseau,
- de la congestion du réseau qui va perturber le fonctionnement du système et faire fluctuer la qualité du service au cours de la journée,
- des contraintes topographiques,
- des réglementations en vigueur.

Ces facteurs sont aussi présents pour les modes de transport collectifs mais pour ces modes on aura deux éléments supplémentaires : il faudra tenir compte du schéma de service de ces modes qui établit certains principes comme les nœuds desservis, la fréquence de desserte de ces nœuds et les horaires de circulation, enfin la dernière fonction dont on doit tenir compte sera le taux de remplissage du véhicule qui nous renvoie à la capacité maximale et qui s'intéresse principalement au cas des systèmes de transport à réservation obligatoire.

Cette définition renvoie à l'introduction de critères spatio-temporels pour l'évaluation de l'accessibilité qui nous intéressent plus particulièrement dans le cadre de cette recherche.

L'accessibilité permet de donner une position relative des villes dans un réseau de transport et, au-delà, dans un réseau de villes³⁸². Ce concept est à la fois un concept

³⁸¹ Définition de l'accessibilité proposée par Laurent Chapelon sur le site Hypergéométrie (<http://hypergeo.free.fr/>).

³⁸² Menerault, P. et Stransky, V. (1999). "La Face cachée de l'intermodalité : Essai de représentation appliquée au couple TGV/AIR dans la desserte de Lille." *Les Cahiers Scientifiques du Transport*(35): 29-53.

géographique qui met l'accent sur les distances et le réseau de transport ; c'est aussi un concept économique qui met l'accent sur les opportunités. L'accessibilité et l'intermodalité sont liées par le fait que l'intermodalité est envisagée pour construire une meilleure accessibilité des lieux.

2.2 Accessibilité transformée et modification des échelles d'analyse

L'intermodalité a pour objectif de rendre la chaîne de transport plus performante. Elle vise la recherche du meilleur accès d'un lieu à un autre. Le but de l'intermodalité, même s'il ne s'applique pas spécifiquement aux relations avion-train à grande vitesse, est de faire la jonction entre les modes de transport à différentes échelles du territoire et de mettre en rapport le local et le global.

Dans le cas de l'intermodalité avion-train à grande vitesse, il est question de transports rapides : tous les points de l'espace ne sont pas concernés. L'intermodalité avion-train à grande vitesse n'intervient donc pas à toutes les échelles du territoire. En effet, ces modes sont ancrés sur des territoires attractifs, dans les moyennes et grandes villes. Le but de ces modes est de relier les lieux entre eux efficacement et surtout rapidement. Pour cette raison, ils ne peuvent s'arrêter partout au risque de ne plus assurer cette rapidité. Il faut donc être conscient que *« l'espace est irrigué par les systèmes de transport mais [que] tous les lieux n'ont pas la même accessibilité quelle que soit l'échelle »*³⁸³.

Dans cette perspective, l'intermodalité permet de *« combiner les avantages propres de chaque mode de transport, ce qui permet d'emboîter différents niveaux de desserte pour donner une accessibilité optimale (à moindre coût) »*³⁸⁴.

Comme l'avance Jean-Louis Perrin, *« l'intermodalité à plusieurs avantages qualitatifs »* et l'accessibilité en fait partie au même titre que :

- *« Le bien être de l'usager (confort, sécurité).*

³⁸³ Bonnafous, A. et Masson, S. (1999). Evaluation des politiques de transports et équité spatiale. Lyon, Laboratoire d'Economie des Transports (LET): 35.

³⁸⁴ Descoutures, P. (1992). La France dans l'Europe des transports. Paris, Conseil Economique et Social, Journal Officiel: 7-20 / 88-147.

- *L'efficacité économique : les intérêts des points nodaux dans les structures en réseaux et l'impact des nouvelles infrastructures.*
- *L'environnement : la baisse de la congestion, en favorisant les déplacements courts avec le train et les déplacements longs avec l'avion.*
- *L'aménagement du territoire : la compétitivité / l'accessibilité.*
- *L'aménagement aéroportuaire : le fait de désaturer / le fait de conquérir de nouveaux marchés »³⁸⁵.*

L'interconnexion des réseaux à toutes les échelles est une condition du développement spatial, économique mais aussi social. « *Une mauvaise accessibilité risque d'accentuer le développement inégal du territoire »³⁸⁶*. L'accessibilité apparaît donc comme un des enjeux de l'intermodalité : ainsi, les acteurs du transport ont la volonté de pallier la saturation de certains réseaux en faisant la promotion de l'intermodalité autour du gain d'accessibilité qu'elle procure. Mais cette recherche d'une meilleure accessibilité ne peut être effective que si on cherche à comprendre certains des mécanismes de la mobilité et l'apport de l'intermodalité dans celle-ci.

2.3 Nouvelles formes de mobilité, apport de l'intermodalité et contraintes sur l'usager

Avant de nous intéresser aux apports de l'intermodalité proprement dite en termes de nouvelles formes de mobilité, nous allons situer la mobilité par rapport à l'objet de cette recherche.

Si la mobilité apparaît comme la simple facilité de se mouvoir, « *elle doit par ailleurs tenir compte des notions d'accessibilité aux différents services et des relations sociales et spatiales. Elle se mesure par le nombre de déplacements mais peut aussi tenir compte du motif, du temps de trajet, de la répartition modale et des distributions spatio-temporelles »³⁸⁷*.

³⁸⁵ Perrin, J.-L. (1995). Le Développement de l'intermodalité rail / avion en France. ENPC-DGAC. Paris, Paris XII: 50.

³⁸⁶ Reynaud, C., Salini, P. et Gac, G. (1989). "Réseaux de transport à grande vitesse : Quelles évolutions ?" Transports **335**: 158-166.

³⁸⁷ Gelbmann-Ziv, B. (2000). "La Mobilité des personnes : évolution et perspectives." Ibid. **401**: 177-185.

Toutefois, elle renvoie aussi à la « *possibilité d'aller librement d'un lieu à un autre et/ou l'opportunité donnée à chaque citoyen d'accéder aux services publics et privés. Elle est perçue comme un droit fondamental qui est au centre des problématiques (temporelles) des territoires* »³⁸⁸. Ces deux perceptions renvoient à la problématique spatio-temporelle de la mobilité.

L'analyse de la mobilité dans les transports permet de proposer une vision de la demande exprimée de transport. L'amélioration de la qualité et des performances des systèmes de transport, dans le but d'obtenir une chaîne de transport porte à porte, est un objectif. Les modes doivent offrir une bonne accessibilité à toutes les échelles, pour faciliter les déplacements des usagers : il est alors nécessaire de promouvoir une approche intégrée et intermodale des transports. La finalité étant de « *mettre à disposition de l'utilisateur la plus grande pluralité de modes pour qu'il puisse choisir celui qui lui semble le mieux approprié à son déplacement* »³⁸⁹.

L'intermodalité doit « *aider à mettre en place une offre intégrée qui répond à l'ensemble des besoins de mobilité quotidienne* »³⁹⁰. L'intermodalité est présentée comme apportant des avantages dont³⁹¹ :

- Une amélioration du confort en diminuant ou en annulant les ruptures de charge, un plus grand choix de voyage et une baisse des prix.
- Un développement des activités économiques en gardant la priorité sur l'aéroportuaire, dans le cadre d'une intermodalité aéro-ferroviaire par exemple.
- Une représentation de l'intermodalité influant sur l'aménagement du territoire avec une possible amélioration de la compétitivité du territoire national et celle de l'accessibilité des régions enclavées. Toutefois, l'intermodalité est susceptible d'engendrer un risque de polarisation autour des nœuds de transport.

³⁸⁸ Godard, F., Boulin, J.-Y. et Dommergues, P. (2001). "Quels Espaces-temps de la vie quotidienne à l'horizon 2020?" Territoires 2020 : Etudes et Prospective 3: 45-54.

³⁸⁹ Damien, M.-M. (1999). Intermodalité Fret (Chap. 8) et L'Intermodalité dans le transport de voyageurs (Chap. 9). La Politique européenne des transports. Paris, PUF Que Sais-je ? 3498: 70-90.

³⁹⁰ Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). Politiques et pratiques d'intermodalité. Paris, GART.

³⁹¹ Perrin, J.-L. (1995). Le Développement de l'intermodalité rail / avion en France. ENPC-DGAC. Paris, Paris XII: 50.

- Un choix d'optimisation des infrastructures existantes qui favorise l'intermodalité et permet une limitation de la consommation d'espace, donc préserve l'environnement.

Tous ces éléments présentent l'intermodalité comme un moyen de faciliter les échanges entre territoires, et non comme un frein à la mobilité. De ce point de vue, le fait de permettre la complémentarité et l'articulation des modes de transports à différents moments et à toutes les échelles spatiales, permet aux usagers de se déplacer plus facilement, et ainsi d'être plus mobiles.

3. Essai de typologie des lieux de l'interconnexion air-fer en Europe

Dans de nombreuses analyses, le système aéro-ferroviaire est présenté comme un atout primordial dans la compétition que se livrent d'une part les métropoles et d'autre part les grandes plates-formes aéroportuaires européennes entre elles³⁹².

L'objectif de ce point est de montrer que l'intermodalité intervient comme un élément modificateur de la chaîne de transport. En partant de cette idée, nous mettrons premièrement, en exemple l'articulation des modes aérien et ferroviaire et nous nous interrogerons sur l'organisation et le fonctionnement de ces nœuds de réseaux. Dans un deuxième temps, nous nous intéresserons à la complémentarité aéro-ferroviaire en France. Ensuite, il sera question d'évoquer les marges de développement de l'intermodalité air-fer et d'en souligner les problèmes. Enfin, nous dresserons une typologie à l'échelle européenne des pôles d'interconnexion air-fer.

3.1 Exemple de l'articulation, l'organisation et le fonctionnement des nœuds de réseaux

Nous commençons par analyser les exemples de l'articulation des modes aériens et ferroviaire, l'objectif est ici d'établir l'origine de l'articulation et la création des premiers pôles d'échanges alliant les trains et notamment ceux à grande vitesse à l'avion. Puis il sera fait état des différents points de vue sur les objectifs de cette interconnexion air-fer. Ensuite, il s'agira d'établir la nature de la complémentarité.

³⁹² Sauvalle, E., Renaudin, L. et Chamoin, P. (1994). "Aéroport Charles de Gaulle : Une gare multimodale." Revue générale du chemin de fer: 139-143.

Enfin, il sera également question de mettre en évidence la réelle motivation de l'entrée des trains à grande vitesse dans les aéroports, quand il est possible de trouver l'impulsion qui a conduit à cette mise en place.

L'intermodalité air-fer à grande vitesse est envisagée aujourd'hui comme une solution possible pour remédier à un grand nombre de difficultés que connaissent les systèmes de transport et notamment les systèmes de transport rapides³⁹³. Outre le développement du réseau ferroviaire à grande vitesse, qui permet au réseau ferré de connaître un véritable renouveau, la progression continue du besoin de mobilité et l'encombrement des réseaux rapides, particulièrement dans le transport aérien, poussent à trouver des solutions efficaces contre les nuisances environnementales, contre les problèmes de sécurité et les retards de plus en plus nombreux générés par le niveau de congestion, mais aussi à rechercher des solutions pour établir une meilleure qualité du service de transport.

Gare du ciel ou gare d'interconnexion des modes de transport, le nœud de communication alliant l'avion et le fer (à grande vitesse) est considéré aujourd'hui comme un atout dans la compétition que mène certains aéroports à l'image de Roissy CDG avec les autres plates-formes européennes, telles que Bruxelles, Amsterdam, Francfort ou encore Londres.

Notre terrain étant l'Europe, nous mettons l'accent sur les liaisons air-fer sur ce territoire même si un examen des infrastructures dans le monde montre que des liaisons sont présentes au Japon, au Canada ou encore aux États Unis. Précisons toutefois, que le contexte est différent pour chacun des territoires cités car il n'y a pas de grande vitesse aux États Unis, les relations qui y sont recensées sont des liaisons régionales et en faible quantité. De plus, la grande majorité de ces liaisons ne permet que des relations du type ville-aéroport. En ce qui concerne le Japon on dénombre deux liaisons à grande vitesse dédiées à une desserte à vocation nationale. La première au départ de l'aéroport de Narita qui permet une desserte cadencée (toutes les 40 minutes) vers Tokyo. La deuxième liaison concerne l'aéroport de Centrair proche de la ville de Nagoya. Ce balayage rapide montre que les expériences extra-européennes sont peu nombreuses. Il apparaît que seule

³⁹³ Commission Européenne (2001). Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix. Luxembourg.

l'expérience japonaise recèle le potentiel nécessaire pour alimenter une comparaison fructueuse. Précisons, cependant, qu'un tel développement dépasse l'objet de la thèse mais peut constituer un axe possible pour de futures recherches. Ainsi, notre sujet se concentrant sur l'Europe, notre objectif vise à donner des exemples de l'articulation des modes aérien et ferroviaire, d'en décrire l'organisation et le fonctionnement.

❑ Le cas allemand :

En Allemagne, l'intermodalité air-fer à longue portée n'est pas une solution nouvelle. En 1972, l'aéroport de Francfort est l'un des premiers au monde à voir s'installer une gare ferroviaire au pied de ses pistes, sous la forme d'une liaison entre l'aéroport et l'aire urbaine mais aussi avec la région. En 1982, s'établit une alliance entre opérateurs par la mise en service d'une liaison ferroviaire (Airport Express) exploitée par une compagnie aérienne (Lufthansa) entre les aéroports de Francfort et Düsseldorf. Cette location de trains à la Deutsche Bahn (DB) a pour but de substituer le train à l'avion sur des lignes déficitaires et/ou de très courtes distances³⁹⁴. Le train à grande vitesse allemand (ICE) ne fait son entrée dans l'aéroport qu'en 1999³⁹⁵, avec la construction d'une gare qui lui est totalement dédiée et reliée par un tube à l'aéroport. Ce dispositif va permettre de développer les accords initiés au début des années 1980 reposant sur la location des trains de la Deutsche Bahn par une compagnie aérienne, Lufthansa.



Figure 16 : Gare ICE de l'aéroport de Francfort, 2003.

³⁹⁴ Roy, G. (2001). "Intermodalité sur la voie de la coopération avion-train." *Aéroports magazines* 320: 18-21.

³⁹⁵ Rouchaleou, P. (1999). "Lufthansa-DBAG, une coopération en "stand by"." *La Vie du Rail* 2711: 38-39. (Article).

Le cas allemand, et plus particulièrement l'expérience de l'aéroport de Francfort, est très intéressant à analyser du point de vue du triptyque que nous avons défini pour l'intermodalité et traité dans le chapitre 4. L'aéroport de Francfort met en avant, depuis le début des années 1980, une complémentarité et une coordination des opérateurs qui révèlent une organisation intermodale air-fer intégrée de premier ordre. Effectivement, cette organisation est intégrée autour d'un pôle d'échanges qui permet un transfert efficace des passagers du ferroviaire vers l'aérien³⁹⁶. Depuis l'arrivée des ICE en 1999 et la création de la nouvelle gare, une nouvelle étape a été franchie avec notamment la mise en place de comptoir d'enregistrement des bagages et des passagers, sous la formule suivante : « *Lufthansa – AIRail Services* » comme le montre l'illustration suivante.



Figure 17 : « *Lufthansa – AIRail Services* », les comptoirs d'enregistrement aérien dans la gare ICE de l'aéroport de Francfort

La particularité du lien air-fer à longue distance en Allemagne est que les standards de l'aérien sont appliqués au ferroviaire en ce qui concerne les correspondances train-avion : la correspondance doit se faire en 45 minutes, l'illustration suivante, montrant clairement la « promotion » de l'intermodalité au sein de l'aéroport, nous permet d'insister sur le caractère organisé de cette alliance de modes différents mais

³⁹⁶ L'aéroport de Francfort est desservi par deux lignes ferroviaires. La ligne ferroviaire régionale (quais 1 à 3) est ouverte 24 heures sur 24 et située sous niveau 0 (zone B) de l'aérogare 1. D'ici les **trains urbains S-Bahn** (lignes S8 et S9) partent toutes les 15 minutes (de 04h29 à 00h44) pour la gare principale de Francfort (durée du trajet : 11 minutes), Offenbach et Hanau à l'est, et pour Rüsselsheim, Mainz et Wiesbaden à l'ouest. La ligne S9 évite Mainz. **Les trains Regional Express (RE) et StadtExpress (SE)** desservent un grand nombre d'autres destinations. La nouvelle ligne ferroviaire **Fernbahnhof** pour les voyages long-courriers (quais 4 à 7) est ouverte de 05h00 à 00h30 et située au terminus AIRail, relié à l'aérogare 1 par un bâtiment communicant. D'ici un nombre de trains à grande vitesse (**ICE, InterCity et Eurocity**) desservent des destinations nationales et internationales. Highbury Columbus Travel Publishing Ltd. (2006). Guide Mondial des Aéroports, Highbury Columbus Travel Publishing Ltd., <http://www.guidemondialdesaeroports.com/>.

surtout d'opérateurs différents, la Deutsche Bahn et la compagnie aérienne Lufthansa.



Figure 18 : L'intermodalité illustrée à l'aéroport de Francfort.

Il faut ajouter que l'intermodalité est inscrite dans un lieu qu'on assimile à un pôle d'échanges complet selon la définition qu'on en a donnée dans le chapitre 4, c'est-à-dire, un lieu où l'utilisateur peut combiner les modes facilement, avec une relative continuité de son déplacement. En effet, il dispose d'une information multimodale, d'une prise en charge de ses bagages, d'une optimisation de son temps de transfert et d'attente puisque le ferroviaire s'aligne sur l'aérien. En ce qui concerne la dernière composante introduite lors de la caractérisation de l'intermodalité, on peut considérer que l'usage organisé est développé sur certaines liaisons (pour les ICE arrivant de Stuttgart et de Cologne et ouverts au service AirRail, issu du partenariat entre Lufthansa, la Deutsche Bahn et l'aéroport de Francfort).

Le cas allemand apparaît comme un des exemples les plus aboutis d'une complémentarité efficace entre le ferroviaire et l'aérien. Cependant, il faut préciser qu'en Allemagne seul l'aéroport de Francfort constitue un exemple pertinent d'une organisation intégrée même si d'autres aéroports disposent d'une connexion ferroviaire.

□ Le cas suisse :

La solution de l'intermodalité air-fer est aussi adoptée en Suisse dans les années 1980, avec l'idée de relier les trois aéroports internationaux, Bâle, Genève et Zurich par le réseau des grandes transversales ferroviaires, en tirant parti des courtes distances qui séparent ces villes et de la tradition de l'utilisation des transports

terrestres collectifs³⁹⁷ et notamment celle du train. Le 1^{er} Juin 1980, voit l'inauguration de la voie rapide qui traverse l'aéroport de Zurich par un tracé transversal Ouest-Est³⁹⁸. Avec un train toutes les demi-heures, sur le principe du cadencement, il est devenu inutile de coordonner précisément les plans de vols avec l'offre ferroviaire, car la ponctualité du rail en recueille les effets positifs³⁹⁹.

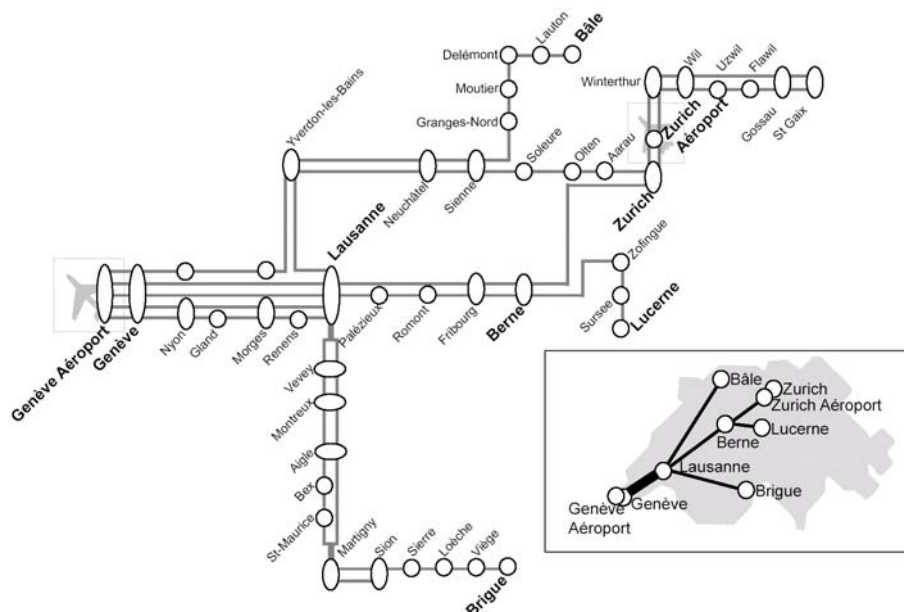
Appliquée au cas suisse, la grille d'analyse de l'intermodalité distinguant lieu, organisation et usage, nous positionne dans un cas de figure nettement différent de celui de l'Allemagne. En effet, l'accent est mis sur l'organisation des lieux et des usages et les opérateurs ferroviaire et aérien ne coordonnent pas leur travail sur l'intermodalité. C'est notamment le cas dans la coordination des horaires. Rappelons dans ce cadre qu'en Suisse, l'organisation du ferroviaire autour du projet Rail 2000, qui instaure un cadencement généralisé, rend inopportune une coordination des horaires entre l'aérien et le ferroviaire. De plus, on sait comme on a déjà pu l'évoquer ci-dessus, que la ponctualité du mode ferré rend inutile une coordination avec le mode aérien vu les gains minimes qu'elle apporterait.

Par contre, si au niveau de l'organisation des opérateurs autour de la complémentarité et la coordination on n'observe pas d'organisation intégrée, pour le lieu et les usages on peut aller plus loin dans l'analyse. Les aéroports de Bâle, Genève et Zurich disposent de pôles d'échanges quasi-complets. Pour exemple, l'existence de l'information multimodale et d'une prise en charge des bagages montrent que si l'intermodalité n'est pas totalement organisée, elle l'est en grande partie. En ce qui concerne les usages, on a déjà pu dire que c'était l'une des composantes la plus difficile à évaluer de manière précise. On peut cependant affirmer que la possibilité de l'articulation des deux modes grâce à l'aménagement de pôle d'échanges et d'un certain niveau de qualité de service est de nature à faciliter l'usage intermodal.

³⁹⁷ Roy, G. (2001). "Intermodalité sur la voie de la coopération avion-train." *Aéroports magazines* **320**: 18-21.

³⁹⁸ Blumenthal, P. (1998). "Desserte ferroviaire des aéroports suisses." *Rail international* **Juillet-Août**: 8-14.

³⁹⁹ Ibid. (Article).



Carte 9 : Illustration des liaisons ferroviaires au départ de Genève Aéroport d'après le plan de transport entre Lausanne et Genève pour 2005⁴⁰⁰.

Avec le cas suisse, on se trouve face à une faible organisation de l'intermodalité. Ceci n'empêche cependant pas que l'intermodalité fonctionne avec la possibilité de relations nationales voire internationales grâce à l'entrée des trains classiques à l'aéroport de Genève et celui de Zurich, comme le montre la carte ci-dessus.

❑ **Le cas français :**

En France, c'est en 1976 que le train arrive à Roissy Charles-De-Gaulle. Cependant la gare RER ne se situe pas, au départ, à l'intérieur de l'aéroport mais au cœur du pôle industriel de Roissy CDG, rendant ainsi l'accès plus facile aux employés qu'aux passagers⁴⁰¹. La desserte est locale et régionale : elle offre des liaisons vers Paris et sa région, mais elle n'est pas dédiée à l'articulation ville-aéroport ; les voyageurs utilisent donc un service commun à toute la population.

C'est en 1987 que la décision par voie gouvernementale de construire la gare TGV à l'intérieur de l'aéroport de Roissy CDG est prise. Bien que les sources étudiées soient peu explicites sur cette question, la succession des événements laisse penser que l'interconnexion à Roissy résulte d'abord de l'opportunité du passage des lignes

⁴⁰⁰ SBB CFF FFS, Canton de Vaud et République et Canton de Genève (2005). Lausanne-Genève 2005 : Un nouveau concept de mobilité, <http://www.dinf.vd.ch/mobilite/documents/lausanne-geneve2005.pdf>. Adapté par l'auteur.

⁴⁰¹ Neiertz, N. (1994). "Etude d'un mode d'interconnexion de réseaux : le cas d'aéroport de Paris." *Transports Urbains* **84**: 15-22.

à grande vitesse à proximité de l'aéroport. En effet, cette ligne dite d'interconnexion a pour but de relier les trois lignes TGV entre elles : le TGV Nord, le TGV Sud-est et le TGV Atlantique, en évitant un passage obligé dans les gares parisiennes⁴⁰², que nous avons traité dans le chapitre 3 de la première partie.

On peut cependant envisager trois autres raisons à la décision de placer l'aéroport de Roissy CDG au cœur du réseau TGV français et européen interconnecté :

- donner à l'usager plus de souplesse dans l'utilisation du réseau TGV et lui éviter une rupture de charge qui l'obligerait à traverser Paris soit pour prendre un autre train, soit pour prendre l'avion,
- donner à Roissy CDG le maximum d'atouts dans la compétition qu'il mène avec les aéroports européens : comme Londres, Bruxelles, Francfort ou Amsterdam,
- enfin, créer un réseau d'infrastructure intermodal (performant) en améliorant la desserte. *« L'interconnexion ou le réseau d'infrastructure multimodal permettra d'avoir une vision nouvelle des modes de transport passant par la complémentarité et l'aménagement du territoire »*⁴⁰³.

Ainsi, selon Jean Fleury, Président d'ADP en 1993, *« la gare d'interconnexion de Roissy CDG, sera d'abord une amélioration radicale de la qualité de service offerte aux passagers aérien du grand bassin parisien. [Mais aussi] une amélioration radicale de la qualité d'accès à Roissy pour les provinciaux (villes situées à moins de 2h30 en TGV de Roissy CDG : Tours, Nantes, Rennes, Lyon, Lille, Strasbourg...) »*⁴⁰⁴. Ces propos tenus en 1993, doivent cependant être tempérés : si la gare a été profitable aux provinciaux, l'amélioration n'a pas été radicale pour les passagers du grand bassin parisien. En effet, seule la ligne du RER assure la desserte régionale. Le projet *CDG Express* est un élément positif qui doit permettre à

⁴⁰² Blin, P. (1993). "A CDG, transports terrestre et aérien enfin associés." *Aéroports magazines* **241**: 30-32. (Article). / Gerin, R. (1994). "Le Réseau TGV en 1994-1996." *Revue générale du chemin de fer* **06-07**: 9-16. (Article).

⁴⁰³ Courvoisier, J. (1994). "Aéroport de Charles de Gaulle : une réalisation exemplaire." *Revue générale du chemin de fer* **06-07**: 145-155. (Article).

⁴⁰⁴ Rivière, B. (1993). "Pour un renouveau du transport aérien." *Aéroports magazines* **242**: 22-24.

l'horizon de 2012 de desservir efficacement Paris et sa région par une ligne dédiée. La desserte régionale nécessitera toutefois des correspondances.

Après l'Allemagne et la Suisse arrêtons-nous au cas de l'aéroport de Roissy CDG pour l'analyser à l'aune du triptyque intermodal : lieu, organisation, usage. Rappelons à cet effet que la dimension territoriale de l'intermodalité, via l'insertion d'un essai de représentation du système intermodal des grandes vitesses de l'aéroport de Roissy CDG a été introduite dans le chapitre 1 de cette partie.

Du point de vue de l'organisation, l'aéroport CDG souffre du manque de coordination horaire de l'opérateur ferroviaire national, la SNCF, avec les compagnies aériennes. Il existe bien, comme en Allemagne, une coordination SNCF - compagnie aérienne représentée par le service *TgvAir* mais cette organisation apparaît plus complexe que dans le cas allemand ou suisse. En effet, du point de vue de l'enregistrement des bagages et des passagers la procédure est différente de celle à l'aéroport de Francfort. Le service *TgvAir* propose en gare de départ un enregistrement du passager de bout en bout avec un billet combiné sur les vols Air France. Ce service de billet combiné s'applique avec d'autres compagnies mais sans pré-enregistrement possible en gare de départ.

Une fois arrivée en gare, malgré une infrastructure existante pour la prise en charge et l'enregistrement des bagages, il faut atteindre les terminaux aéroportuaires de départ pour en être délesté car le service ne fonctionne pas dès l'arrivée en gare. De plus, il ne s'agit pas dans la même configuration qu'en Allemagne car on ne parle pas d'un alignement du mode ferroviaire sur les standards de l'aérien, soit une interconnexion air-fer en 45 minutes : ce temps est au moins doublé pour un billet combiné *Tgvair*. On ne peut donc pas considérer avoir affaire à une organisation intégrée. Néanmoins, du point de vue du lieu, le pôle d'échanges de Roissy CDG est complet : la desserte est à la fois locale, régionale, nationale et internationale. Il n'y manque qu'une liaison dédiée ville-aéroport.

Comme pour l'Allemagne et la Suisse, le dernier élément du triptyque, l'usage est difficile à appréhender. Entre usage organisé par les opérateurs et usage volontaire, on ne peut évaluer clairement la part de chacun. On sait seulement qu'en 1999, 1,7

million de passagers ont transité par la gare TGV de Roissy et que parmi eux seulement 900 000 descendaient d'un TGV, les autres arrivant par le RER⁴⁰⁵.

❑ **Le cas de la Grande Bretagne :**

Le cas de l'alliance air-fer en Grande Bretagne est différent. En effet, il n'est pas question ici d'opportunité de développement des réseaux ou de location du service ferroviaire. C'est d'abord dans le but d'un gain de créneaux horaires sur l'international que la compagnie aérienne, British Airways, souhaite jouer la complémentarité avec le train à grande vitesse⁴⁰⁶. Il est tout à fait significatif de noter que British Airways fait partie des plus importants investisseurs dans la construction de la ligne à grande vitesse reliant l'Eurotunnel à Londres⁴⁰⁷. Ce qui marque la rupture avec les exemples précédemment évoqués, c'est principalement le fait que ce soit une compagnie aérienne, British Airways, qui finance une partie de la construction du raccordement qui desservira Heathrow à terme, avec le prolongement de la ligne grande vitesse vers l'aéroport qui fera entrer l'Eurostar dans l'aéroport.

En Grande Bretagne, du point de vue de la coordination des modes et du triptyque qui caractérise l'intermodalité, on est dans un cas de figure totalement différent. Effectivement, il n'est aucunement question de complémentarité et de coordination entre opérateurs pour le profit de tous. Et on se retrouve dans le cas de figure énoncé par François Plassard, ou « *chaque mode a tendance à se considérer comme exclusif et à même de satisfaire tous les besoins de transport. La logique de défense, riposte à la concurrence [et] l'emporte sur la complémentarité, chaque mode passant successivement par trois états :*

- *complémentarité*
- *dominance*
- *concurrence* »⁴⁰⁸.

Et de toute évidence c'est le mode aérien qui mène le jeu.

⁴⁰⁵ Guyard, M., Chapulut, J.-N. et Ranfaing, D. (2004). Multimodalité Avion-TGV. Paris, Ministère de l'équipement, des transports, de l'aménagement du territoire, du tourisme et de la mer. La Documentation Française: 166 p.

⁴⁰⁶ Poingt, M.-H. (1998). "Quand le train et l'avion font alliance." *La Vie du Rail* **2656**: 4-5.

⁴⁰⁷ Machefert-Tassin, Y. (1999). "La Ligne nouvelle à Grande Vitesse de l'Eurotunnel à Londres." *Revue générale du chemin de fer* **3**: 42-49.

⁴⁰⁸ Plassard, F. (1995). Les Réseaux de transport et de communication. *Encyclopédie de Géographie* (Bailly, Antoine, Ferras, Robert et Pumain, Denise). Paris, Economica: 515-533.

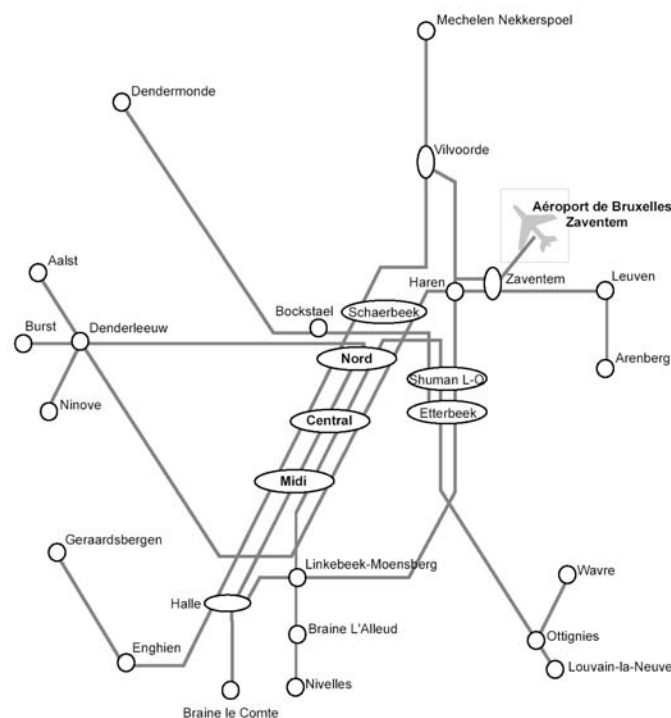
❑ Le cas de la Belgique :

La connexion de la ligne du TGV Nord (Paris-Bruxelles) avec l'aéroport de Roissy CDG, a vu se consolider l'alliance d'une compagnie aérienne, Air France, avec une compagnie ferroviaire, Thalys, pour acheminer les voyageurs non plus en avion vers Paris mais en train à grande vitesse. En effet, Air France loue à Thalys, société exploitante des trains à grande vitesse en Belgique, des wagons afin de rabattre ses passagers à Roissy CDG, son *Hub* principal.

Cependant, n'oublions pas que l'aéroport de Bruxelles Zaventem offre une liaison ferrée de l'aéroport vers la ville depuis 1957, la gare étant située sous l'aérogare. Cette gare est reliée, par le lien Airport City Express de 6h du matin à plus de minuit, aux trois gares qui se trouvent dans Bruxelles :

- Bruxelles Midi,
- Bruxelles Central,
- Bruxelles Nord.

Toutefois, on doit souligner que la desserte reste essentiellement locale voire régionale, l'accès au reste de la Belgique impliquant un changement dans l'une des trois gares citées plus haut.



Carte 10 : Illustration des liaisons ferroviaire au départ de l'aéroport de Bruxelles Zaventem d'après le plan de transport public (site aéroport).

Ainsi, l'aéroport de Bruxelles-Zaventem apparaît, si on entre dans la logique du triptyque, comme un aéroport organisé autour d'une desserte locale voire régionale. Les modes y sont juxtaposés : le lien est construit de telle manière qu'il semble quasiment incontournable d'effectuer une correspondance dans l'une des trois gares de la capitale belge. En effet, même s'il est précisé que les TGV⁴⁰⁹ accèdent directement à l'aéroport, dans les faits la réalité est tout autre. La nouvelle gare ferroviaire de l'aéroport est opérationnelle depuis fin mai 1998, sous la nouvelle aérogare. Cette gare est compatible avec les rames TGV. Mais excepté le TGV spécial qui relie Paris-Nord à Bruxelles-National depuis décembre 2003, on y trouve que des trains classiques directs vers une quarantaine de destinations (Mons, La Panne, Gand, Louvain, Liège, etc.).

Arrêtons-nous maintenant plus en détail sur le cas de la France, afin d'illustrer la complémentarité mais aussi d'étudier l'organisation et le fonctionnement des nœuds de réseaux français.

3.2 La complémentarité des modes ferré et aérien en France

Longtemps la SNCF n'a vu le mode aérien que comme un concurrent. Il a fallu attendre la création d'une gare multimodale dans l'aéroport de Roissy CDG pour montrer l'intérêt d'un trafic nouveau de passagers en correspondance avec l'avion pour des vols longs ou moyens courriers.

L'idée que l'avion et le train puissent se compléter amène à envisager ces deux modes comme l'un pré-acheminant le trafic de l'autre (d'une ville vers un aéroport), et l'autre comme post-acheminant ce même trafic pour une destination plus éloignée⁴¹⁰. Cette idée nous renvoie à l'essai de représentation du système intermodal des grandes vitesses à l'aéroport de Roissy CDG qui rend compte du lien qui existe entre l'aéroport et les villes qui y accèdent par le TGV. La complémentarité entre les modes paraît nécessaire et à plusieurs niveaux. D'abord pour les voyageurs, que les

⁴⁰⁹ Etaix, S. (2004). "Les Liaisons rail-aéroport en Europe." *Rail Passion* n° 85: p. 92-93.

⁴¹⁰ Kopecky, M. (1999). "Le Nouveau paysage ferroviaire européen." *Transports* 398: 392-416.

commentateurs de ce processus de complémentarité aimeraient voir voyager un jour « *les mains dans les poches* »⁴¹¹ de leur point de départ à leur point d'arrivée.

L'intérêt réside aussi dans le nombre de villes desservies par les TGV d'interconnexion (20 gares en 1994) ainsi que les fréquences quotidiennes de dessertes, qui auront pour but de susciter des voyages plus nombreux et comme finalité de donner à l'avion la possibilité d'étendre son aire d'influence sur le territoire à une échelle plus fine.

On sait que le TGV concurrence l'avion chaque fois que l'avion est moins rapide que le train, d'un centre ville à l'autre. Ce report sur le train est de plus en plus net sur des distances qui dépassent les 250 km, car comme on a pu le souligner antérieurement la zone de partage entre le mode ferré et l'aérien se déplace au fur et à mesure que le réseau ferroviaire à grande vitesse s'étoffe et se modernise.

Du point de vue des distances, Jacques Pavaux⁴¹² dresse la même analyse que Christel Hébrard⁴¹³. Selon ces auteurs, l'articulation du train à grande vitesse et de l'avion va mettre en évidence deux types de trajets :

- « *Les trajets où le train et l'avion sont véritablement interchangeable (véritable concurrent),*
- *les trajets où le train à grande vitesse peut se substituer à l'aérien, avec comme objectif de réserver des places dans les trains pour les passagers aériens* »⁴¹⁴, comme c'est le cas en Belgique où Air France réserve des places sur Thalys.

La complémentarité des deux modes devrait donc apparaître au niveau des trajets successifs : le train pour des trajets courts et l'avion pour des trajets longs. La finalité est d'obtenir des solutions plus efficaces que l'utilisation seule de l'avion⁴¹⁵.

⁴¹¹ Blin, P. (1993). "A CDG, transports terrestre et aérien enfin associés." Aéroports magazines **241**: 30-32.

⁴¹² Pavaux, J. (1991). Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe. Paris, SETEC. (Rapport).

⁴¹³ Hébrard, C. (1994). La Complémentarité air / rail. Quelle Intermodalité air / rail pour la région Sud-est ? Adifurta. Marseille, Institut de Formation Universitaire et de Recherche en Transport Aérien: 75-89. (Mémoire).

⁴¹⁴ Van Zijst, W. A. (1998). "Coopération entre l'aéroport de Schiphol et les chemins de fer néerlandais." Rail international **Juillet-Août**: 15-17.

⁴¹⁵ Pavaux, J. (1991). Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe. Paris, SETEC.

La complémentarité des modes se conçoit s'il y a dans le cadre de l'articulation avion-train à grande vitesse, coopération entre les opérateurs pour construire une connexion efficace entre les modes et vers les villes.

La complémentarité se pose également en termes de coopération commerciale au niveau des services fournis par les opérateurs. L'examen de la littérature professionnelle montre que l'intermodalité est vue comme une nouveauté dans le transport. Elle est présentée comme la possibilité de régler des problèmes préoccupants, comme la saturation des aéroports, et certaines nuisances provoquées par le transport aérien⁴¹⁶.

Pour Jacques Pavaux, la complémentarité air-fer à grande vitesse est associée à l'échelle interrégionale et intra-européenne, c'est-à-dire celle qui relie des métropoles bien desservies par l'avion à des villes de moyennes importantes qui sont reliées aux nouvelles voies ferroviaires à grande vitesse. Pour cet auteur, la complémentarité sera réelle là où les TGV compléteront l'avion, avec comme conséquence l'élargissement des zones d'influence de l'avion et du TGV⁴¹⁷.

La gare de Roissy-TGV entre en service le 9 mars 1994. L'aéroport de Roissy CDG devient le pionnier en France et en Europe de l'intermodalité entre l'avion et le train à grande vitesse⁴¹⁸, pour un coût (Gare TGV-RER) partagé entre ADP, la SNCF et 40 % du coût de la gare RER assumé par la région Ile de France⁴¹⁹.

« *Le TGV à Roissy, c'est [...] permettre aux voyageurs ferroviaires d'accéder à l'avion, et aux voyageurs aériens d'accéder au train* »⁴²⁰. L'articulation n'étant pas au seul bénéfice de l'usager, puisqu'il est aussi question d'interpénétration de marché et d'aire d'influence élargie.

L'alliance concrétisée le 19 novembre 1994 avec la création du service "TGV Air, le RDV"⁴²¹ entre Lille et Roissy CDG, permet aux usagers de s'enregistrer dès les

⁴¹⁶ Hébrard, C. (1994). La Complémentarité air / rail. Quelle Intermodalité air / rail pour la région Sud-est ? Adifurta. Marseille, Institut de Formation Universitaire et de Recherche en Transport Aérien: 75-89. (Mémoire).

⁴¹⁷ Pavaux, J. (1991). Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe. Paris, SETEC.

⁴¹⁸ Association, V. A. (2002). L'Aéroport de Roissy Charles de Gaulle. / Association, V. A. (2002). L'Aéroport de Lyon-Saint-Exupéry.

⁴¹⁹ Courvoisier, J. (1994). "Aéroport de Charles de Gaulle : une réalisation exemplaire." Revue générale du chemin de fer **06-07**: 145-155.

⁴²⁰ Ibid.

⁴²¹ Grassart, P. (1994). "Main dans la main... jusqu'à quel point ?" La Vie du Rail **2468**: 16-18.

guichets SNCF de la gare TGV de Lille Europe, pour un enregistrement uniquement valable sur des destinations internationales avec la compagnie Air France, ce qui nous renvoie aux propos développés dans le point précédent. Ces accords entre la SNCF et Air-France traduisent une volonté de coopération entre les deux modes⁴²² à laquelle s'ajoute une relative coordination.

Néanmoins, la SNCF n'en est pas restée à ce seul accord avec la compagnie aérienne nationale, elle les multiplie avec d'autres compagnies aériennes, accords définis par l'expression de Code-Sharing⁴²³, qui désigne « *un système permettant d'enregistrer deux modes de transport* » et qui à l'origine concernait deux compagnies aériennes. Ces accords se traduisent actuellement dans le cas de l'articulation avion-TGV sous la forme d'un voyage effectué par le train et l'avion avec un numéro de vol unique, qui indique la destination d'arrivée et de départ et donc inclut une correspondance par TGV.

Les alliances se multiplient et on voit, en 1998, la SNCF s'entendre avec United Airlines sur la liaison Lyon Part-Dieu - Roissy CDG. En 1999, elle signe un accord avec Lufthansa sur Lyon Part-Dieu – Nantes et Saint-Pierre-des-Corps vers Roissy CDG⁴²⁴.

L'année 1999, marque une nouvelle étape avec l'arrivée du Thalys à Roissy CDG : en 1h15 on peut relier Bruxelles à Roissy⁴²⁵. Cette arrivée représente pour CDG une

⁴²² Grassart, P. (1999). "Fiançailles SNCF-aérien : six mois de réflexion." Ibid.(2705): 5. / Grassart, P. (1999). "La SNCF veut jouer à fond la carte de la complémentarité." *La Vie du Rail* **2711**: 39-40. « *En 1998, le TGV dessert 183 destinations en France, la gare de Roissy a accueilli 1,3 millions de passagers dont 850 000 provenant d'une interconnexion air-fer et seulement 30 000 de la formule "TGV AIR, le RDV"* ».

⁴²³ Cinotti, E. et Treboul, J.-B. (2000). *Les TGV Européens*. Paris, PUF Que sais-je ?

Code-sharing : « *est un système permettant d'enregistrer deux modes de transport. Le train et l'avion par exemple sous un même code. Le numéro de vol indique la destination d'arrivée et de départ avec une correspondance utilisant un autre mode de transport* ». Cette pratique était auparavant utilisée au sein du même mode. Elle consistait en un accord entre compagnies aériennes pour que le numéro de vol indique la destination de départ et celle d'arrivée, mais qu'il précise aussi le changement de compagnie aérienne au cours du voyage. Voir également la définition proposée par Pierre Zembri dans Zembri, P. (2000). "Les Premiers effets spatiaux des recompositions de réseaux aériens en France : des effets d'aubaines fragiles mais une réelle ouverture de nombreuses régions françaises." *Flux n°41*: 28-40.

⁴²⁴ Grassart, P. (1999). "La SNCF veut jouer à fond la carte de la complémentarité." *La Vie du Rail* **2711**: 39-40.

⁴²⁵ Jomard, J.-M. (2000). "La Liaison internationale Thalys Bruxelles-Roissy-Charles-de-Gaulle : une étape importante dans l'intermodalité "Air-Fer"." *Revue générale du chemin de fer Janvier*: 44-45.

opportunité de report d'une partie de l'aérien court courrier sur le TGV, mais aussi une tentative de capter une partie du trafic aérien de l'aéroport de Bruxelles.

En 2001, Thalys et Air France ont donc signé un accord de partenariat bimodal, différent de celui signé entre la SNCF et Air France. En effet, dans la pratique, cet accord prévoit que soit réservée dans les trains Thalys une voiture pour les usagers d'Air France, que soit prévu un accueil des passagers sur le quai par le personnel d'Air France, un enregistrement de bout en bout de la chaîne avec deux cartes d'embarquements, une pour le train et une pour l'avion, enfin une prise en charge partielle des bagages⁴²⁶. On constate alors que les objectifs de la SNCF, dans l'articulation air-fer, sont multiples :

- Amener l'utilisateur de l'aérien à se tourner vers le train à grande vitesse en pré et/ou post-acheminement de son parcours.
- Etendre l'aire de pertinence de ses TGV à l'échelle internationale à l'aide de l'avion.
- Se projeter à l'extérieur de sa zone d'influence qui se cantonnait aux pays de l'Union Européenne.

Face à cette stratégie la SNCF souhaite doubler ses ventes en direction du monde entier⁴²⁷. Elle joue donc la carte de la complémentarité à l'échelle internationale. Cependant son but est tout autre en ce qui concerne le trafic domestique. Effectivement, en affichant des temps de parcours très compétitifs vis à vis de l'avion sur le territoire national et à l'échelle des pays voisins proches, le train à grande vitesse devient un concurrent direct de l'aérien⁴²⁸.

*« Le train peut se substituer à des lignes aériennes et représenter une façon intelligente d'échapper à la saturation des infrastructures aéroportuaires pour un transport d'une durée de 2 h en TGV. C'est un excellent court-courrier quand il arrive dans une aérogare, avec 400 à 800 places quand un avion court-courrier en a 50 à 150 »*⁴²⁹.

⁴²⁶ Weibel, P. (2002). "Bimodalité air-fer." *Rail international*: 23-28.

⁴²⁷ Grassart, P. (1999). "La SNCF veut jouer à fond la carte de la complémentarité." *La Vie du Rail* **2711**: 39-40.

⁴²⁸ Ibid.

⁴²⁹ Poingt, M.-H. Ibid. "Six nouvelles liaisons SNCF-Air France." **2713**: 10.

L'analyse développée à la fin des années 1990 à propos de l'application du concept d'intermodalité au couple air-fer repose sur l'idée que le train à grande vitesse et l'avion, sont concurrents sur des distances allant de 200 à 800 km, mais peuvent s'avérer complémentaires pour des distances supérieures.

3.3 Marges de développement de l'intermodalité et problèmes

Ce partenariat entre les deux modes a pour but de proposer à l'utilisateur des horaires et des conditions de correspondances adéquates; ainsi qu'une prise en charge en cas de rupture de correspondance. La prise en charge totale et non partielle des bagages constitue un enjeu pour le développement des pratiques intermodales⁴³⁰. Le but de l'intermodalité est de concevoir une chaîne de transport dans laquelle la totalité de la prestation puisse se faire sans rupture. Dans cette perspective, le billet bimodal présente des avantages pour :

- Les passagers : Ils disposent d'un billet pour un voyage de bout en bout. Ce billet procure la sécurité pendant la durée du voyage car il offre la certitude d'embarquer et d'être pris en charge en cas de problème et d'être acheminé jusqu'à leur lieu de destination finale. De plus, il peut s'avérer plus économique, en termes de prix, que la juxtaposition de deux billets.
- Les compagnies aériennes : Les combinaisons air-fer permettent aux compagnies aériennes un gain de créneaux horaires, créneaux qu'elles peuvent réutiliser à une autre échelle pour étendre leur zone de pertinence. Cette articulation leur permet aussi d'étendre cette zone à une échelle plus fine. Pour cela, certaines compagnies sont même prêtes à absorber une partie du coût du billet de train ou à promouvoir l'articulation par la publicité.
- Le ferroviaire : La mise en place de la billetterie combinée est une opportunité de faire connaître le train à grande vitesse sur des espaces plus lointains et donc d'étendre l'aire de pertinence du train à grande vitesse, dans des pays où parfois le train n'est pas perçu comme un mode dynamique et performant.

⁴³⁰ Sauvalle, E., Renaudin, L. et Chamoin, P. (1994). "Aéroport Charles de Gaulle : Une gare multimodale." Revue générale du chemin de fer: 139-143. (Article).

Le plus grand enjeu reste la généralisation du standard aérien pour le traitement des passagers intermodaux, avec l'enregistrement du passager de bout en bout avec ou sans bagage cabine et celui du traitement des bagages dès l'arrivée en gare. Cette extension du modèle aérien pourrait se concrétiser par l'ouverture de service tel que *TgvAir* dans d'autres aéroports que Roissy CDG, comme par exemple l'aéroport de Lyon St-Exupéry⁴³¹.

Il reste beaucoup à faire, pour arriver à une véritable complémentarité et notamment dans la coordination des opérateurs pour la correspondance des horaires. Il est intéressant de montrer qu'en l'état actuel des choses, on n'observe pas d'organisation spontanée de l'articulation entre les modes aérien et ferroviaire à grande vitesse. Par exemple, en 1998, les relations Berlin-Valence par Roissy CDG puis par Lyon Saint-Exupéry sont mal assurées par l'articulation TGV-Avion⁴³² :

- « *Par Roissy CDG : départ 16h35 de Berlin, arrivée 18h15 à Roissy, le voyage devant s'arrêter là puisqu'il n'y a plus de train vers le sud après 17h05, donc pour tous les vols en provenance du nord de l'Europe après 17h05, il n'est plus possible de rejoindre Valence ou une autre ville du sud, à moins de faire une correspondance avion et d'emprunter ensuite un train classique pour rejoindre Valence.*- *Par Lyon Saint-Exupéry : départ 6h35 de Berlin, arrivée à Lyon Saint-Exupéry à 10h05, hélas le prochain train pour Valence est 15h14, la solution est alors de prendre un car du réseau Satobus pour rejoindre Lyon Part-Dieu arrivée 11h10, et prendre le train de 12h43 pour Valence »*⁴³³.

Sur cet exemple, on constate que, sans compter les mauvaises conditions d'attente en gare de Lyon, la construction de la liaison entre la gare de Lyon Part-Dieu et Saint-Exupéry (le projet de tramway *LESLYS*) constitue un maillon essentiel à un bon raccordement de l'aéroport avec l'aire urbaine de Lyon. De plus, une liaison accueillant des trains en provenance de Grenoble ou Chambéry ne pourrait que renforcer la position de l'aéroport de Lyon à l'échelle régionale.

⁴³¹ Weibel, P. (2002). "Bimodalité air-fer." *Rail international*: 23-28.

⁴³² Tisseuil, J.-M. (1998). "Correspondance avion-train : un rendez-vous manqué ?" *La Vie du Rail* **2662**: 62-63.

⁴³³ Ibid.

Voyons maintenant plus en détail le cas de Lyon Saint-Exupéry. La gare TGV inaugurée en juin 1994⁴³⁴, quelques mois avant celle de Roissy CDG, fait de Lyon Saint-Exupéry le premier pôle d'échanges multimodal français alliant le train à grande vitesse, l'avion et l'autoroute. Le coût de réalisation a été assumé par la SNCF, la Région Rhône-Alpes, le département du Rhône et la CCI de Lyon.

L'aéroport de Lyon-Satolas⁴³⁵ (aujourd'hui Lyon Saint-Exupéry) représentait en 1995, 4,2 millions de passagers par an, avec une baisse d'au moins 2 millions depuis la mise en service de la ligne grande vitesse (LGV) entre Lyon et Paris (depuis 1981). Malgré une perte de vitesse depuis cette époque, on s'interroge sur l'évolution de la plate-forme aéroportuaire. Aujourd'hui hub secondaire d'Air France, le site est utilisé *« dans une logique systématique de correspondance, c'est-à-dire de hub. A l'image par exemple de Francfort où sur 30 millions de passagers (en 1992), 50% ne faisaient que transiter »*⁴³⁶.

Pour Alain Bonnafous, la ligne à grande vitesse traversant Saint-Exupéry a pour but d'étendre la zone de chalandise du train grande vitesse vers l'Europe du Nord mais aussi vers les grandes villes du front Méditerranéen⁴³⁷. Les gestionnaires de l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry voudraient en faire le principal nœud aéroportuaire au sud-est de la France, ouvert sur l'arc méditerranéen. La gare TGV se pose donc comme un nouvel atout de l'aéroport, qu'il faudra compléter par :

- Une liaison efficace entre l'aéroport et l'aire urbaine de Lyon : le projet Satorail aujourd'hui LESLYS.
- Une liaison avec la région Rhône-Alpes, mais aussi et sans doute avec l'Auvergne⁴³⁸.

L'analyse d'Alain Bonnafous établie au début des années 1990 soulève les difficultés causées par le fait que *« 70 % des usagers accèdent à l'aéroport par la voiture, certainement faute de mieux. Et que la gare tient plus le rôle de troisième gare de*

⁴³⁴ Pelier, G., Brachet, V., Biotti, J.-C., Lemaire, M., et al. (1994). Dossier de presse : Inauguration de la gare TGV-Satolas, 28 Juin 1994. Lyon, Aéroport de Lyon: 35.

⁴³⁵ Bonnafous, A. (1995). "L'Aéroport de Satolas." TEC. Transport-Environnement-Circulation **129**: 13-14.

⁴³⁶ Ibid.

⁴³⁷ Ibid.

⁴³⁸ Plassard, F. (1990). "Le Devenir de Satolas." Revue Géographique de Lyon **62**(1): 52-54.

Lyon que celle de desserte d'aéroport »⁴³⁹. Pourtant le nombre des villes intéressées par la gare-aéroport de Lyon Saint-Exupéry est conséquent. Mais elles n'apparaissent pas sur le tracé TGV ou sont desservies avec des fréquences non adéquates pour que le TGV serve en pré et/ou post-acheminement de l'avion. C'est notamment le cas de Valence, Montélimar, ou encore Macon.

En 1990, François Plassard émettait l'hypothèse selon laquelle il faudrait attendre la mise en service de nouvelles lignes TGV vers l'Espagne, l'Italie ou l'Allemagne pour que Lyon Saint-Exupéry⁴⁴⁰ soit redimensionné et tienne le rôle de gare d'interconnexion entre les lignes européennes à grande vitesse.

Dix ans après, le trafic annuel de la gare atteint 110 000 voyageurs, avec seulement 10% des passagers en correspondance avec l'avion. Comparativement à la situation de Roissy CDG, l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry montre donc une faible part de ses passagers à pratiquer l'intermodalité. Ceci s'explique par le fait que Lyon n'assure principalement que des vols courts ou moyens courriers, soit une desserte aérienne à l'échelle nationale ou européenne. Dans ces conditions, il apparaît raisonnable de poser l'idée que *« seul le développement de vols longs courriers et le TGV Méditerranée peuvent changer la donne »*⁴⁴¹. Mais cette hypothèse doit être complétée par une analyse des circulations ferroviaires.

Plusieurs mesures sont alors souhaitables pour favoriser l'intermodalité air-fer : celle-ci sera d'autant plus efficace et ses effets seront d'autant plus rapides, si elle offre un voyage train-avion le plus rapide, confortable et pratique possible avec une amélioration du système de billetterie, le traitement des bagages et l'adaptation des horaires. Néanmoins, cette efficacité sera aussi conditionnée par l'offre aérienne ainsi que par les aires de pertinence de chacun des deux modes.

En ce qui concerne le traitement des bagages, en France une expérience a été menée pendant six mois avec l'enregistrement des bagages en gare. Cependant, cette solution a été abandonnée parce que la SNCF ne dispose pas de personnel

⁴³⁹ Ibid.

⁴⁴⁰ Ibid.

⁴⁴¹ Navarre, D. (1999). L'Impact de l'intermodalité avion-train à grande vitesse sur la demande aérienne. Le Développement de la grande vitesse ferroviaire en Europe : Concurrence ou complémentarité avec le transport aérien ? IAURIF. Paris, Institut d'aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France: 17-26.

pour leur traitement et que le coût de cette opération semble bien élevé. La formule suivante a donc été adoptée : « *l'enlèvement des bagages au domicile du client la veille de son départ et une livraison au retour le lendemain de son arrivée* »⁴⁴².

Bien que la solution du traitement des bagages au sein de la gare ait été abandonnée en France, cette solution est en Allemagne avec les accords entre la Deutsche Bahn et Lufthansa, le moyen d'augmenter le niveau de confort. En effet, ces accords permettent d'acheter un seul billet valable pour le train et l'avion et l'enregistrement des bagages à la gare. La Suisse, quant à elle, enregistre un bagage train-avion depuis 1980, mais uniquement pour les gares connectées au réseau ferré classique et avec un enlèvement des bagages la veille. Les bagages provenant du train empruntent ensuite l'itinéraire des autres bagages pour rejoindre l'avion (ci-dessous sur la photo).



Figure 19 : Circuit de distribution des bagages, aéroport de Genève, 2003.

On peut placer beaucoup d'espoirs dans une complémentarité efficace entre les deux systèmes, mais cette efficacité n'existera que dans la bonne interconnexion des réseaux. C'est-à-dire, une interconnexion qui passe par la coordination des horaires des trains avec ceux des avions et une qualité de service de haut niveau⁴⁴³. « *Il y a un encouragement à stimuler le développement du réseau ferroviaire en encourageant à la fois la substitution du train à l'avion lorsque les distances le permettent et l'intermodalité et la complémentarité dans le reste des cas* »⁴⁴⁴.

⁴⁴² Ibid.

⁴⁴³ Duron, P. (2001). "Un Point de vue sur les schémas de services collectifs par..." Territoires 2020 : Analyses et débats 4: 25-26.

⁴⁴⁴ Duron, P. (2001). Troisième aéroport : un défi pour le développement durable du territoire? Paris, Document de l'Assemblée Nationale, Rapport Duron: 1-25.

Le but est de mettre en place des ensembles d'éléments selon un schéma cohérent et structuré⁴⁴⁵, notamment en s'appuyant sur un système de liaisons capable d'intégrer les différentes parties du déplacement. L'intermodalité est une mesure qui améliore la qualité de service⁴⁴⁶, en limitant à la fois les besoins d'infrastructures nouvelles et les effets négatifs sur l'environnement. Nous avons vu que l'efficacité de l'intermodalité dépend d'au moins trois principes : la compatibilité, la coopération et la complémentarité. A ces trois principes s'ajoute l'idée que pour développer l'intermodalité la volonté doit être commune à tous les opérateurs concernés. On a pu mettre en évidence dans les derniers points traités les différentes solutions intermodales aéro-ferroviaires adoptées mais aussi les problèmes d'organisation, de lieu et d'usage qu'il reste à régler pour un fonctionnement optimal et mettant l'accent sur la grande vitesse. L'objectif de départ se voulait d'être un révélateur de la modification de la chaîne de transport avec l'introduction de l'intermodalité. Dans une tentative de synthèse, le point suivant s'attachera à dresser une liste exhaustive des pôles d'interconnexions air-fer recensés en Europe. Pour premièrement savoir combien de plates-formes aéroportuaires sont reliées au mode ferroviaire et deuxièmement, pour montrer la faible proportion des liens air-fer qui concerne directement la grande vitesse.

3.4 Typologie des pôles d'interconnexion air-fer en Europe

Jusqu'à maintenant, on s'est attaché à définir l'intermodalité, à la caractériser et à expliquer l'articulation des modes, leur fonctionnement en rattachant les points traités à des exemples précis. Ainsi, on a pu voir la diversité des situations. On peut alors s'interroger sur la pertinence de constituer une liste de ces pôles d'interconnexion air-fer en Europe. Toutefois, on peut d'ores et déjà avancer plusieurs réponses. Premièrement, la constitution d'une liste exhaustive nous permettra d'inventorier les pôles d'interconnexion air-fer en Europe et de montrer l'évolution de leur nombre par rapport à des études antérieures. Deuxièmement, cette liste constituera, d'une part, un point de départ dans la classification de ces pôles ; d'autre part, la liste établie nous permettra de catégoriser quels types d'aéroports et dans une moindre mesure quels types de villes disposent de ces liaisons. Enfin, elle nous permettra d'établir la

⁴⁴⁵ Berney, P. (1987). "Aménagement régional." *Cahiers de l'IAURIF* **80**: 47-56.

⁴⁴⁶ Gardin, D. (1996). *Aérodromes et Environnement : Argumentaire*. Paris, Direction Générale de l'Aviation Civile: 77.

nature sinon la vocation des liens air-fer, c'est-à-dire l'échelle de desserte de ces liaisons. En définitive, cette liste constitue une base pertinente dans la suite de notre analyse⁴⁴⁷.

En 1996, l'intermodalité air-fer s'étendait sur 17 plates-formes en Europe. Plus récemment, on peut ajouter des villes comme Cologne, Hanovre ou Copenhague, et des projets comme à Milan ou à Londres-Heathrow⁴⁴⁸. À cette première étape, qui nous amène à une vingtaine de plates-formes aéro-ferroviaires, on choisit de confronter notre liste à une base de données constituée par l'association « International Air-Rail Association » (IARO)⁴⁴⁹. L'IARO identifie les lieux où les modes aérien et ferroviaire s'interconnectent de façon directe ou indirecte dans le monde entier. Interrogé par pays ou par aéroport, elle permet l'obtention de la nature du mode ferroviaire connecté à l'aéroport. Cet inventaire est complété par plusieurs aéroports absents de la base IARO comme Cologne, Liverpool, Athènes et Strasbourg. Ainsi, en croisant les informations, nous constituons une liste exhaustive des articulations air-fer en Europe. La liste comporte donc 48 aéroports européens en possession d'une liaison ferrée directe ou indirecte⁴⁵⁰. Dans les liaisons ferrées considérées, plusieurs modes apparaissent : des lignes ferroviaires à grande vitesse (*High Speed Network*), selon la grande vitesse définie par le pays qui accueille ces liaisons avec des vitesses qui oscillent entre 220 et 350 km/h, des lignes ferroviaires à grande vitesse dédiée (*High Speed Dedicated*) à des relations villes-aéroports et des lignes ferroviaires dédiées villes –aéroports circulant sur des voies classiques, le métro, les trains régionaux, les trains suburbain de type RER, les LRT (qui correspondent aux Tramways). On inclut également les liaisons par bus qui donnent accès aux gares. Cette question traitée dans un article portant sur l'intermodalité air-

⁴⁴⁷ Bozzani, S. (2005). "L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain : étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle au départ de Lille." *Cahiers Scientifiques du Transport* n° 47: p. 61-88.

⁴⁴⁸ Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." *Flux* 41: 5-16.

⁴⁴⁹ Site de l'IARO : « airportrailwaysoftheworld.com » consulté en mars 2003.

⁴⁵⁰ http://www.airportrailwaysoftheworld.com/arc_en.html, DB, SNCF, CFF, sites des aéroports concernés.

fer à grande vitesse⁴⁵¹ et qui nous amène à ne retenir que certaines liaisons par bus, découle du raisonnement suivant.

Dans cette recherche des pôles air-fer, l'objectif est de faire état des sites aéroportuaires possédant des accès ferroviaires performants. Par performance de l'accès ferroviaire, on entend une liaison directe ou organisée, de manière, à ne pas considérer les liaisons qui nécessitent systématiquement une correspondance en gare centrale ou encore l'utilisation d'une navette surtout dans la desserte dite interurbaine.

Dans le choix que l'on va formuler, on constate que l'accès au mode ferroviaire depuis l'aéroport est très différent d'un site à un autre. Le système aéroportuaire berlinois en est un premier exemple. Pour accéder au U-Bahn, au S-Bahn ou bien encore à l'Airport Express de l'aéroport de Schoenefeld, il faut auparavant utiliser le bus, selon le plan des TCSP (Transport en commun en site propre) proposé par l'aéroport sur la figure suivante. Toutefois, on note aussi que cette liaison peut s'effectuer à pied car le terminal reste à une distance pédestre raisonnable de la gare, soit 500 m, évaluée par l'aéroport à 7 minutes de marche.



Figure 20 : Plan des TCSP autour de l'aéroport de Berlin-Schoenefeld

(Marketing et Department 2003).

Dans ce même contexte, on va trouver des aéroports qui ne permettent pas à leurs usagers d'accéder à la gare autrement qu'en bus, la distance pédestre à parcourir étant trop élevée. Dans cette configuration, on trouve par exemple l'aéroport de

⁴⁵¹ Bozzani, S. (2005). "L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain : étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle au départ de Lille." *Cahiers Scientifiques du Transport* n° 47: p. 61-88.

Londres-Luton où l'accès à la gare Luton Airport Parkway depuis l'aéroport ne peut se faire qu'en bus, car la gare est située à 1,8 km des terminaux aéroportuaires.

La question des liaisons par bus existantes entre la gare et l'aéroport constitue une difficulté pour établir le nombre réel d'aéroports connectés correctement au réseau ferroviaire. Pour répondre à cette difficulté, nous avons choisi d'exclure les cas où la gare se situe à plus de 5 km ou plus de 15 minutes de bus. Dans cette dernière configuration on trouve l'aéroport de Belfast City qui est exclu de la typologie.

Il faut également noter un élément de choix supplémentaire car, dans le cas des aéroports majeurs, on identifie la présence de plusieurs terminaux, relativement éloignés les uns des autres. Ainsi, dans ce contexte l'utilisation d'un mode de transport entre le terminal et la gare peut être envisagée comme une aide à la connexion air-fer. En effet, l'accès à la gare ferroviaire peut se faire à l'aide d'un mode guidé automatique, comme le Skyrail de l'aéroport de Birmingham, ou la Skylink de l'aéroport de Manchester.

On retrouve aussi ce type de mode à l'aéroport de Francfort avec la SkyLine ou encore à Düsseldorf. Dans cette configuration, le bus ou plus précisément la navette est considéré comme un outil, c'est le cas de la navette de l'aéroport de Roissy CDG qui relie les trois terminaux entre eux et qui permet le lien avec la gare TGV qui se trouve dans le terminal 2 (CDG 2).

Dans la construction de cette liste, un deuxième type d'aéroport nous pose problème. Il s'agit des aéroports situés à proximité d'une ligne ferroviaire qui sont complètement déconnectés de celle-ci. L'exemple le plus représentatif de cette situation est l'aéroport de Strasbourg Entzheim. En effet, cet aéroport constitue un cas particulier, car bien qu'il existe un arrêt de TER, situé à environ 500 m de l'aérogare, les autorités aéroportuaires ne l'évoquent pas.

Dans ce contexte, lorsqu'on s'intéresse aux moyens de transport collectif pour rejoindre l'aéroport de Strasbourg Entzheim, c'est le tramway combiné au bus qui est prôné pour un accès efficace à l'aéroport. Sur le terrain, la séparation des deux modes est matérialisée par une barrière comme le montre l'illustration ci-dessous. L'aéroport de Strasbourg Entzheim constitue l'exemple d'une « interconnexion air-fer ratée » même si l'on recense des projets d'aménagement s'appuyant sur le mode ferroviaire pour desservir l'aéroport comme par exemple le projet de Tram-Train ou encore l'arrivée prochaine du TGV Est.



Figure 21 : Strasbourg, une barrière entre train et avion⁴⁵²

Ainsi, une fois ces critères établis, l'ensemble des sites considérés est présenté dans le tableau, qui figure à la page suivante et qui met en avant un certain nombre d'informations comme :

- Le nom de la ville et celui de son aéroport,
- la distance qui sépare la ville de l'aéroport,
- le ou les modes ferrés qui desservent l'aéroport et / ou l'échelle de desserte proposée,
- le temps d'acheminement ferroviaire à la ville qui possède l'aéroport,
- enfin, la date de mise en service de la liaison ferroviaire lorsqu'elle est disponible.

Ce tableau permet de souligner que les liaisons ferroviaires au départ des aéroports se transforment et entraînent une modification des échelles de desserte. Dans ce cadre, plusieurs cas de figure sont identifiés. Ainsi, le type de liaison témoigne de la diversité des stratégies des acteurs aussi bien dans le domaine de l'aérien que celui du ferroviaire. Ces liaisons entrent en interaction avec des perspectives d'organisation des territoires ; le type de liaison exploitée rend compte généralement du poids de la ville sur la scène internationale. On identifie trois cas de figure à partir de la nature des dessertes ferroviaires :

- Premièrement le cas des liaisons ferrées dédiées villes-aéroports, auxquelles peuvent se combiner des dessertes à l'échelle de la région urbaine (métro, tramway...). Le plus souvent, ces liaisons ferrées se trouvaient au départ des lignes de banlieue, elles ont été par la suite prolongées jusqu'à l'aéroport. On note à cet effet que ces liaisons se sont ensuite spécialisées pour n'effectuer qu'une desserte gare centrale-aéroport et / ou se sont superposées à une desserte de banlieue. Ces types de liaisons sont aujourd'hui l'apanage des

⁴⁵² Colloque-Excursion : Intermodalité et Territoires. Bellegarde, Genève, Karlsruhe, Strasbourg, Francfort, Septembre 2003.

grands aéroports européens et donc des métropoles. C'est le cas par exemple de l'aéroport de Londres Heathrow ou de Milan Malpensa.

- Le deuxième cas rencontré, est celui d'aéroports comportant des liaisons ferrées interurbaines de type classique ou à grande vitesse, qui ne présentent aucune relation ferroviaire à l'échelle de la région urbaine. L'exemple le plus représentatif est celui de l'aéroport Lyon Saint-Exupéry qui illustre une stratégie particulière, à la fois aérienne et ferroviaire.
- Enfin, le troisième cas fait état d'aéroports qui combinent les deux types de dessertes ferroviaires, à la fois celle de la région urbaine et celle de la longue distance. Les aéroports qui sont en possession de ces deux types de dessertes sont peu nombreux. Si on avance l'idée que la liaison dédiée est l'apanage des métropoles, la présence conjointe des relations ferroviaires aux échelles urbaines et interurbaines est celle des grandes métropoles européennes. Comme c'est le cas de Paris avec l'aéroport de Roissy Charles de Gaulle ou encore de Francfort avec l'aéroport de Francfort-Main.

Le troisième cas développé ci-dessus, est celui qui intègre le mieux les enjeux de la mise en réseau des modes ferroviaires et aériens pour les métropoles.

Villes / Aéroports	Distance ville-aéroport	Mode de desserte ferroviaire de l'aéroport	Temps minimum d'acheminement à la ville	Date de mise en service
Amsterdam Schiphol	15	Dédiée ville-aéroport / Régional / Longue distance (LGV)	15'	1977
Athens Eleftherios Venizelos	27	Métro	27'	2004
Barcelone Int.	12	Métro	17'	1999
Berlin	Tegel 8	Bus + U-Bahn	8'	NC
	Tempelhof 6	Bus + U-Bahn	8'	NC
	Schönefeld 18	Bus + S-Bahn / Airport Express Schoenenfeld	15'	1973
Birmingham Int.	13	Skyrail (2') + Train / Régional et Intercity	10'	1997
Blackpool Airport	5	Gare à 5' de marche Régional	10'	NC
Bruxelles Zaventem	12	Dédiée ville-aéroport Airport City Express	15'	1957
Copenhague Kastrup	8	Dédiée ville-aéroport / Régional / vers Malmo (Suède)	15'	1997
Dresden Airport	6	S-Bahn	13'	NC
Düsseldorf Int.	8	U-Bahn / S-Bahn / Régional et longue distance	12'	1992
Friedrichshafen	4	Local (Gare situé à côté du terminal)	10'	NC
Linz Blue Danube Airport	12	Shuttle 3' + WestBahn / Local / Régional / Longue distance	11'	NC
Flughafen München	30	S-Bahn	30'	1992
Flughafen Nürnberg	5	U-Bahn	12'	NC
Frankfurt Airport	12	S-Bahn / Régional / Longue distance	11'	1973
Genève Cointrin	5	Local / Régional / Longue distance	7'	1987
Glasgow Int.	13	Bus + Train (gare de Paisley à 3km) Local	11'	NC
Graz Airport Feldkirchen	10	Local (Gare à 300m des terminaux soit 5' de marche ou bus)	10'	NC
Hannovre	15	S-Bahn	12'	NC
Köln-Bonn Konrad Adenauer	12	S-Bahn / Régional / Longue distance (LGV)	16'	NC
Leipzig / Halle Airport	16	Dédiée ville-aéroport Flughafen Express	14'	NC
Liverpool John Lennon	11	Gare de Garston	13'	NC
Londres	City 5	Bus + DLR et Métro	10'	NC
	Gatwick 45	Dédiée ville-aéroport Gatwick Express / Régional / National	30'	1973 / 1983
	Heathrow 24	Dédiée ville-aéroport Heathrow Express / Régional / Metro	15'	1977 / 1998
	Luton 50	Dédiée ville-aéroport / Régional et Intercity / gare (1,8km)	25'	NC
	Stansted 48	Stansted Express / Train de banlieue	41'	1991
Lyon St Exupéry	24	Longue distance (LGV)	—	1997
Madrid Barajas	13	Métro	12'	2002
Malaga Airport	10	Local	20'	NC
Manchester Airport	17	Skylinks + Dédiée ville-aéroport / Régional	15'	1993
Milan Malpensa	45	Dédiée ville-aéroport Malpensa Express	30'	1999
Newcastle Airport	10	Métro	20'	NC
Aéroport Nice Côte d'Azur	7	Gare (500m) accès piéton Local / Régional	6'	NC
Oslo Gardermoen	47	Dédiée ville-aéroport Flytoget / Régional et Intercity	19'	1998
Paris	Roissy CDG 23	Local / Régional / Longue distance (LGV)	30'	1976 / 1994
	Orly 14	Orlyval (Val + RER B) Local / Régional	35'	NC
Pise Galileo-Galilei	1.5	Local / Régional, gare à 40 m du terminal	5'	NC
Rome Fiumicino	30	Dédiée ville-aéroport Leonardo Express	30'	1996 / 1999
Southampton Airport	32	Local / Intercity (gare à 50 m Southampton Airport Parkway)	10'	NC
Stockholm Arlanda	43	Dédiée ville-aéroport Arlanda Express / Régional et Intercity	20'	1976 / 2000
Strasbourg Entzheim	15	Local / Régional	30'	NC
Stuttgart Airport	16	S-Bahn	30'	1993
Turin	16	Suburbain, SATTI Dora Railway Station	20'	2001
Wien Airport	16	S-Bahn / Dédiée ville-aéroport City Airport	16'	1960 / 2003
Zürich Int. Airport	12	S-Bahn / Régional	10'	1972

Ces liaisons sont définies comme des LRA (Liaisons Rail-aéroport).

Sources:

site de l'association "International Air-Rail Association" IARO <http://www.airportrailwaysoftheworld.com> consulté en mars 2003 puis en 2005 pour actualisation.

Stéphane ETAIX. Les liaisons rail-aéroport en Europe. Rail Passion n°85, octobre 2004. P. 92-93

Tableau 9 : Les pôles d'interconnexion air-fer dans les aéroports européens

Parmi les trois cas issus de la typologie de la nature des dessertes ferroviaires, on observe quatre localisations de la gare possibles :

- la gare inscrite au sein du terminal aéroportuaire qu'on peut qualifier de gare-aéroport
- la gare située à l'extérieur du terminal mais reliée très souvent par un itinéraire pédestre aménagé, ce qui laisse entendre que la gare se situe à proximité de l'aérogare la plus proche généralement pas à plus de 500m
- le troisième cas est celui de la gare située à l'extérieur du site aéroportuaire, reliée par bus, comme dans les aéroports de Southampton ou Luton avec des gares à moins de 5 kilomètres ou 15 minutes de bus, du type *Southampton Airport Parkway* ou *Luton Airport Parkway*
- la gare de la ville la plus proche, reliée par bus

Il apparaît après une tentative de typologie que pour certains aéroports présents dans la liste, la qualité de l'intégration et la nature de la desserte sont parfois difficile à déterminer. Certains sites aéroportuaire proposent l'accès à leurs infrastructures par le rail sans pour autant que la liaison soit réelle, c'est-à-dire que l'infrastructure ferroviaire soit présente au sein de l'infrastructure aéroportuaire, comme c'est le cas de Nice. Enfin, certains sites aéroportuaire nient la présence du rail à proximité de leurs infrastructures, comme on a pu l'exposer dans le cas de l'aéroport de Strasbourg Entzheim.

Nos intentions de départ, qui visaient premièrement à inventorier les pôles d'interconnexion air-fer en Europe et deuxièmement, à constituer, d'une part, un point de départ dans la classification de ces pôles et d'autre part, à catégoriser quels types d'aéroports disposent de ces liaisons, aboutissent avec le tableau précédent. En effet, celui-ci nous sert à illustrer de manière exhaustive les pôles d'interconnexion air-fer et les modes de desserte de ces pôles. Il nous permet également d'effectuer une première classification en établissant l'échelle de desserte ferroviaire de ces aéroports.

En définitive, à partir de la liste, on ne peut pas établir de règle stricte en ce qui concerne la taille minimum d'un aéroport ou d'une ville à disposer d'une liaison ferroviaire.

En partant cette fois-ci d'une logique différente, soit la taille de l'aéroport selon le nombre de passagers qui y transite, la carte suivante illustre les principaux pôles air-fer en Europe qui sont associés à des entités métropolitaines. Dans le but d'identifier des objets urbains d'une taille conséquente, on fait le choix de ne retenir que les

aéroports ou systèmes aéroportuaires ayant un trafic supérieur à 5 millions de passagers par an, suivant les chiffres du trafic de l'année 2003⁴⁵³.

Ainsi, on recense plus d'une trentaine d'aéroports – et donc autant de grandes agglomérations – dans cette configuration de desserte ferroviaire. Parmi ce groupe, seule une dizaine d'aéroports de plus de 5 millions de passagers par an ne bénéficie d'aucune desserte ferroviaire.

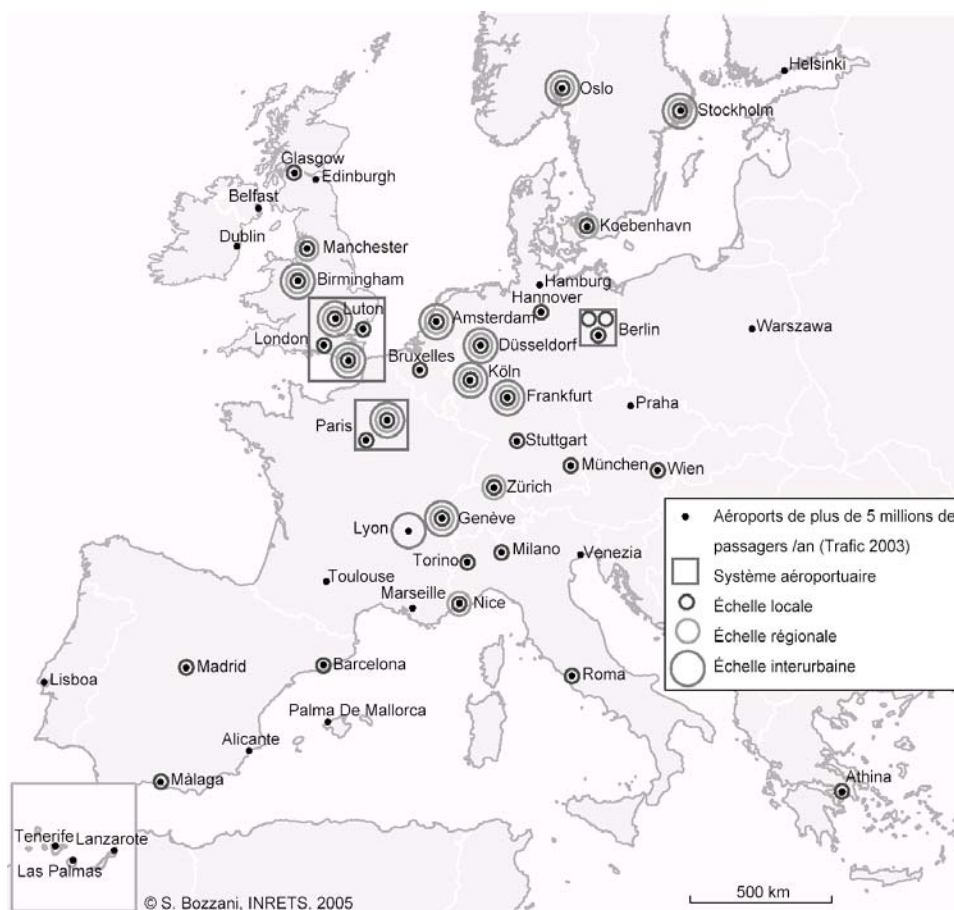
Lorsqu'elle est présente, la desserte ferroviaire a été décomposée en trois échelles qui renvoient à des modes ferroviaires et des types de relations différentes.

Ainsi, l'échelle locale renvoie à la desserte effectuée par le Métro, le U-Bahn ou encore une relation effectuée par train classique sur une liaison dite dédiée, cette desserte représente le lien ville-aéroport.

L'échelle régionale renvoie, quant à elle, à des modes comme le RER ou le S-Bahn qui s'intéressent à une desserte plus large que celle du centre-ville, ce type de lien peut aussi être réalisé par train classique dit train de banlieue.

Enfin, la troisième échelle renvoie à la desserte interurbaine qui s'effectue par train classique ou par train à grande vitesse et qui permet une desserte nationale voire internationale depuis l'aéroport.

⁴⁵³ ITA, Arthur D Little et Magazines, A. (2004). "Trafic aéroportuaire 2003, le palmarès mondial." Aéroports magazines **Hors série - Mai 2004**: 3-64.



Carte 11 : L'échelle de desserte ferroviaire des aéroports majeurs européens.

La carte nous montre aussi, la présence de systèmes aéroportuaires. Ces systèmes font référence à des entités métropolitaines qui possèdent plusieurs aéroports d'une taille supérieure à la limite imposée précédemment. On recense trois systèmes : celui de Londres, celui de Paris et celui de Berlin, ce dernier ayant été considéré comme système même si les trois aéroports de Berlin n'atteignent pas tous la limite fixée (seulement 1 sur les 3).

On peut ajouter que l'image renvoyée par la carte nous permet de souligner que la plupart des grands aéroports européens sont connectés au système ferroviaire et que les connexions proposées depuis l'aéroport concernent au moins la desserte de la région urbaine.

Si on se place uniquement du côté de la desserte ferroviaire à l'échelle interurbaine, la première observation est sans doute que le nombre d'aéroports concernés est moindre. De plus, à cette échelle, lorsqu'on analyse seulement la desserte par train à grande vitesse, on réduit le nombre d'aéroports de moitié. Il ne reste plus en Europe que les aéroports de Paris Roissy CDG, de Lyon St-Exupéry, de Francfort-Main et de

Cologne-Bonn. Parmi ces quatre aéroports, celui de Lyon Saint-Exupéry apparaît comme un cas particulier.

En effet, l'aéroport de Lyon St-Exupéry se distingue de tous les autres aéroports car les liaisons ferroviaires offertes depuis celui-ci ne concernent que l'échelle interurbaine et uniquement la grande vitesse ferroviaire. Par conséquent, même si un projet de desserte à l'échelle locale est en cours d'étude, la gare n'est accessible qu'à partir des villes desservies par la grande vitesse.

Excepté le cas de Lyon St-Exupéry, on constate que l'articulation des modes ferroviaires à grande vitesse avec l'aérien concerne deux des principales plateformes aéroportuaires européennes, à savoir les aéroports de Paris Roissy CDG et de Francfort-Main, respectivement deuxième et troisième aéroports européens en termes de trafic passager.

On a vu que la présence de desserte ferroviaire à grande vitesse constitue une possibilité pour l'aéroport de supprimer des vols courts courriers en les remplaçant par des TGV, des ICE ou encore des Thalys ou des Eurostar. Cependant, en inversant la perspective, la desserte ferroviaire à grande vitesse constitue aussi la possibilité pour des villes possédant des gares, accueillant ce type de train, d'accéder à des aéroports de taille supérieure. Cette dernière remarque constitue tout l'enjeu de l'articulation des modes ferroviaire et aérien.

Finalement, cette liste exhaustive permet de montrer que la plupart des grands aéroports en Europe sont connectés au mode ferroviaire et que les connexions proposées depuis l'aéroport concernent au moins la desserte de la région urbaine. Néanmoins, on remarque aussi que la part des aéroports desservis directement par la grande vitesse est très faible.

Après la caractérisation de l'intermodalité et la définition d'un système intermodal aéro-ferroviaire dans le chapitre 4, les éléments traités dans ce point nous ont permis de dresser l'inventaire de ces systèmes mais aussi d'expliquer l'articulation air-fer et son fonctionnement.

Grâce à un tour d'horizon rapide de la mise en place d'un service ferroviaire entre ville et aéroport puis un point sur les évolutions de ces services en Allemagne, en Suisse, en Grande Bretagne et en Belgique, nous nous sommes intéressée ensuite

au cas de la France avec l'examen complet des services proposés à l'aéroport de Roissy CDG et celui de Lyon Saint-Exupéry.

Ainsi, nous avons fait apparaître la nature de la complémentarité entre les deux modes mais le propos a aussi été centré sur la zone de concurrence des modes qui augmentent en même temps que la vitesse des TGV.

Dans le troisième point, on a pu développer l'idée que les marges de développement de l'intermodalité s'articulent autour de trois types d'avancées qui interagissent : l'aménagement de la rupture de charge, l'amélioration de la qualité de service et la coordination des horaires. De là, on fait apparaître trois principes pour une intermodalité « efficace » : la compatibilité, la coopération et la complémentarité.

Le quatrième point nous amenant à la réalisation d'un essai de typologie des lieux de l'interconnexion air-fer en Europe.

Conclusion

Les objectifs affichés au début de ce chapitre, ainsi que les interrogations formulées, nous ont servi de fil conducteur. Le point de départ nous inscrivant dans la thématique de l'intermodalité aéro-ferroviaire en terme de concurrence et de complémentarité, nous a permis dans un premier temps de montrer que le déplacement intermodal introduit la complémentarité et que cette complémentarité est basée sur la volonté des opérateurs. Même si elle est préconisée dans le discours politique, l'intermodalité s'inscrit en contradiction des stratégies et des organisations monomodales des opérateurs de transport. En termes d'intermodalité, les opérateurs privilégient un raisonnement ponctuel et organisé pour satisfaire des relations prédéfinies.

Du point de vue, celui de l'usager, on a mis en évidence que si le progrès des systèmes de transport réside dans la réduction des ruptures de charge, le déplacement intermodal est souvent préféré pour éviter une longue attente ou un prix excessif. On a ainsi traité du besoin grandissant de mobilité, de l'amélioration de l'accessibilité et du fait que la complémentarité entre les modes est, là encore, soumise à la bonne volonté des opérateurs de transport. Cette question nous conduit à aborder la question des échelles de desserte des modes de transport et de l'articulation des réseaux autant que de celle des territoires dans l'amélioration de l'accessibilité. On a conclu sur le fait que les modes doivent offrir une bonne accessibilité à toutes les échelles pour faciliter les déplacements et que l'intermodalité doit « *aider à mettre en place une offre intégrée qui répond à l'ensemble des besoins de mobilité quotidienne* »⁴⁵⁴ dans le but final de faciliter les échanges entre territoires à tout moment et à toutes les échelles.

Le dernier point traité dans ce chapitre avait pour objectif de démontrer que l'intermodalité est un élément qui modifie les visions de la chaîne de transport établies jusqu'à aujourd'hui. Ainsi, nous avons analysé le fonctionnement et l'organisation de l'articulation des modes aérien et ferroviaire. On a traité de l'articulation en Grande Bretagne, en Suisse, en Belgique, en Allemagne et plus particulièrement en France et abordé les marges de développement ainsi que les problèmes que pose la complémentarité. Enfin, on a dressé une liste exhaustive des lieux de l'interconnexion air-fer en Europe.

⁴⁵⁴ Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). Politiques et pratiques d'intermodalité. Paris, GART.

Ce travail nous conduit à préciser que si l'intermodalité réside dans la volonté de mise en œuvre des opérateurs, son bon fonctionnement traduit l'idée que celle-ci repose sur une politique de transport et d'aménagement du territoire inscrite dans la durée.

Le point suivant tente de démontrer que l'intermodalité peut être aujourd'hui considérée comme un élément majeur dans les politiques de transport nationales, mais aussi européennes dans le contexte de la constitution des réseaux européens de transport.

Chapitre 6 : Intermodalité et Planification

Introduction

Ce dernier chapitre, dans la seconde partie, a pour objectif de mettre en évidence la place de l'intermodalité dans les politiques de transport en termes d'efficacité territoriale. Grâce aux chapitres précédents, nous avons vu que l'intermodalité était porteuse de nouvelles solutions pour le transport de voyageurs. Elle est la combinaison de quatre paramètres : la complémentarité entre chaque mode de transport, la coopération entre les opérateurs de transport, la coordination entre les opérateurs et les autorités organisatrices, et la concurrence des réseaux et des territoires. L'intermodalité est donc soumise à un jeu d'acteurs qui rend possible ou qui bloque sa mise en œuvre.

Parmi les interrogations que l'on pourrait soulever sur la place de l'intermodalité dans les politiques, il en est plusieurs qui nous paraissent essentielles pour la suite du raisonnement :

- L'intermodalité est-elle d'abord une solution temporaire liée à un « effet de mode » ou bien peut-elle servir à fonder sur une politique des transports cohérente, inscrite dans la durée ?
- Quels rapports entretiennent la thématique de l'intermodalité et celle plus vaste du développement durable dans les politiques de transport actuelles ?
- L'apport de l'intermodalité est-il univoque face aux préoccupations d'aménagement du territoire de plus en plus présentes dans les politiques de transport ?

Dans ce contexte, nous analyserons tout d'abord la place grandissante de l'intermodalité dans les politiques de transport multi-échelles. Puis, il sera question d'observer l'intermodalité dans un contexte plus européen et de faire le lien entre politique des transports et politique d'aménagement du territoire.

1. Intermodalité et planification en France

Dans ce point, il est question de savoir si l'intermodalité est d'abord une solution temporaire liée à un « effet de mode » ou bien si elle peut servir à fonder une politique des transports cohérente qui s'inscrit dans la durée. Ainsi, si on s'intéresse à la promotion de l'intermodalité dans les politiques de transport on s'aperçoit que la thématique n'est pas nouvelle.

1.1 Chronologie

Reprenant une intervention de Michèle Merger⁴⁵⁵, le 19^{ème} siècle est un point de départ possible pour parler de conception intermodale du transport. Avec la progression du réseau ferroviaire sur le territoire, la complémentarité et la compétition entre les modes se développent aussi. Vers 1850, il apparaît nécessaire d'instaurer la complémentarité rail-route. En effet, dans l'incapacité de réaliser du transport de porte à porte, le chemin de fer doit coopérer avec la route qui permet le pré et / ou post-acheminement des voyageurs et des marchandises vers la gare. Cette complémentarité nécessaire entre les modes existe aussi entre la mer et la route mais aussi entre la mer et le rail. L'idée restant la même : le déplacement doit être effectué de porte à porte.

Jusque dans le milieu des années 1930 et la crise du secteur ferroviaire, le développement du service de porte à porte se poursuit. Même si le terme d'intermodalité n'apparaît pas directement, on parle de transbordement direct d'un mode à l'autre. Les deux illustrations suivantes, datant de 1933, permettent d'appuyer nos propos : non seulement à cette époque l'infrastructure multimodale est présente mais elle est aussi mise en valeur au moyen de publicités.

⁴⁵⁵ Michèle Merger, chargée de recherche au CNRS, Institut d'Histoire moderne et contemporaine, Présidente de l'action COST-340 de l'Union Européenne. Intervention faite au colloque de clôture de l'action COST-340, « Vers un réseau de transports européen intermodal : les leçons de l'histoire ».



Figure 22 : Illustration de la complémentarité rail-mer dans le port de Marseille⁴⁵⁶

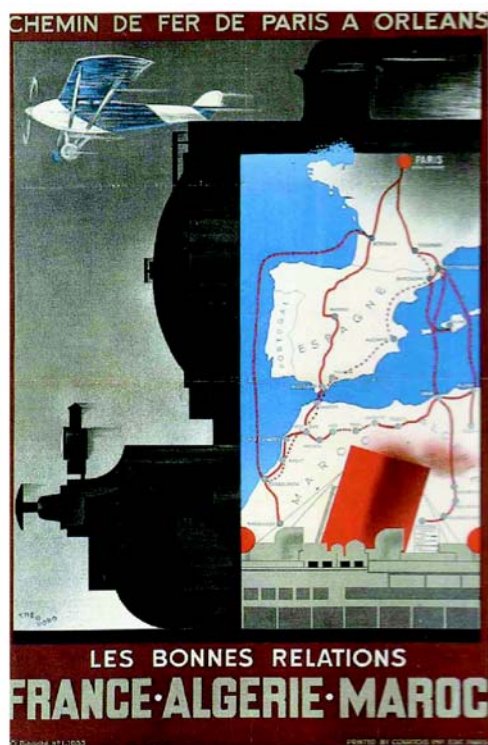


Figure 23 : Publicité reflétant la facilité des connexions entre le rail, l'avion et la mer⁴⁵⁷

A cette époque les exemples de coopérations entre modes se multiplient. Toutefois, la crise du mode ferroviaire annonce le début d'un développement plus cloisonné des modes, avec une préférence pour la construction de routes ; l'intermodalité est ainsi progressivement mise de côté. A partir de ce moment et plus particulièrement dans les années 1950, le cloisonnement se renforce à travers des choix techniques,

⁴⁵⁶ Starostina, N. (2005). "Mass culture, social imaginaire and creating intermodal transportation network : a lesson from France in the 1920s - 1930s". Communication au colloque de clôture de l'action COST-340 "Vers un réseau de transport intermodal européen : les leçons de l'histoire", Paris.

⁴⁵⁷ Ibid.

organisationnels et fonctionnels en complète contradiction avec l'approche multimodale. On privilégie une vision essentiellement monomodale, où la route croît à toutes les échelles affirmant sa flexibilité : c'est l'époque du « tout-route ».

Ce n'est que dans les années 1970, suite aux deux chocs pétroliers, devant les difficultés que rencontrent les modes grands consommateurs de pétrole que, l'intermodalité est à nouveau évoquée. Pour autant, le mode routier poursuit son développement. Néanmoins, cette crise fait réapparaître l'approche intermodale à travers la coordination et l'imbrication des modes de transport. Cet épisode accrédite l'idée que l'intermodalité ne semble entrer en scène qu'en période de crise du transport.

En France, c'est en 1982 avec la loi d'orientation sur les transports intérieurs (LOTI), modifiée en 1995 puis en 1999 successivement par la loi d'orientation de l'aménagement du territoire (LOADT) et la loi d'orientation de développement et de l'aménagement du territoire (LOADDT), qu'on envisage de nouveau « *un développement harmonieux et complémentaire des divers modes de transports* »⁴⁵⁸.

Suite à la LOTI, les premiers schémas directeurs français arrivent : tous réaffirment cette volonté de développement complémentaire des modes de transport, même si chaque schéma figure un seul mode. On recense successivement : en 1985 le schéma des voies navigables, en 1990 celui des autoroutes et en 1991 celui des lignes ferroviaires à grande vitesse. Même s'il s'agit « *de garantir la cohérence dans le développement des réseaux français et européens, en privilégiant les interconnexions là où elles sont nécessaires* »⁴⁵⁹, les travaux qui suivent les préconisations de la LOTI, n'adoptent pas la vision multimodale souhaitée au départ.

En 1992, un rapport du Conseil économique et social intitulé « La France dans l'Europe des Transports » mené par Pierre Descoutures, dans le cadre des schémas européens, fait ressortir des préoccupations plus spatiales. Ainsi, l'idée d'assurer la couverture de l'espace, avec le transport perçu comme un outil de développement

⁴⁵⁸ (1999). Article 3 de la LOTI modifié par la LOADDT du 25 juin 1999, <http://www.legifrance.gouv.fr>. **Consulté en 2005.**

⁴⁵⁹ Mathieu, G. (1994). "Interconnexion des lignes à grande vitesse et services de jonction." Revue générale du chemin de fer **06-07**: 27-31.

équilibré des territoires, est réaffirmée comme une ligne directrice⁴⁶⁰. Ce rapport préconise également une meilleure gestion du temps de déplacement pour « *que les pointes et la saturation des réseaux soient écrêtées et étalées dans une démarche cohérente en France et en Europe* »⁴⁶¹. Enfin, le rapport recommande la mise en liaison des différents réseaux, notamment via la solution intermodale qui va combiner les avantages de chacun des modes et permettre « *de rechercher les complémentarités et d'accroître les variétés des options de transport... L'imbrication des différents niveaux de réseaux (grande distance, régionaux ou locaux) doit faciliter enfin une accessibilité optimale aux transports à moindre coût* »⁴⁶².

Dans ce contexte, et pour que les articulations entre modes et services soient efficaces, il est conseillé :

- « *de positionner en France les sites capables de jouer un rôle de plates-formes multimodales tant à l'échelle nationale qu'europpéenne ;*
- *d'aider les collectivités territoriales impliquées à se doter des moyens de gestion ;*
- *d'analyser les expériences modales et intermodales existantes, en France et en Europe, à l'effet d'en dégager les facteurs de succès et de définir des critères pour apprécier l'opportunité... ;*
- *de définir une politique des pouvoirs publics et principalement d'élaborer un schéma hiérarchisé des plates-formes intermodales et de leurs interconnexions en précisant les points nœuds à retenir dans le cadre de l'aménagement du territoire.*

Dans la perspective d'un tel schéma directeur, il faut dès maintenant définir le rôle que l'on souhaite voir jouer aux plates-formes intermodales françaises et mener toutes les actions permettant de favoriser leur développement et leur positionnement en Europe »⁴⁶³. Même si, dans le discours, l'idée générale d'une vision intermodale s'intensifie, dans la réalité, la réalisation de projets intermodaux se fait attendre.

⁴⁶⁰ Descoutures, P. (1992). La France dans l'Europe des transports. Paris, Conseil Economique et Social, Journal Officiel: 7-20 / 88-147.

⁴⁶¹ Ibid.

⁴⁶² Ibid.

⁴⁶³ Ibid.

Pourtant, le processus par lequel l'intermodalité émerge comme une solution voire un élément majeur, une clé des politiques de transport est lancé et s'affirme avec la LOADT en 1995.

L'interconnexion des réseaux est ainsi proposée dans une perspective de développement et d'aménagement du territoire. L'interconnexion devra permettre une offre de service mieux adaptée à la demande des usagers⁴⁶⁴ en leur permettant notamment :

- de gagner du temps en interconnectant les différents réseaux qui agissent à différentes échelles,
- d'assurer la continuité du déplacement en coordonnant et rendant complémentaires plusieurs modes de transport,
- d'aménager le territoire.

De manière concrète, cette loi 95-115 a pour premier objectif une amélioration de l'accessibilité. Selon une disposition qui sera abandonnée en 1999, « *en 2015, aucune partie du territoire français métropolitain continental ne sera située à plus de 50 km ou 45 mn d'automobile soit d'une autoroute ou d'une route express à 2 x 2 voies en continuité avec le réseau national, soit d'une gare desservie par le réseau ferroviaire à grande vitesse* »⁴⁶⁵. Ainsi, cette disposition introduit un raisonnement qui est clairement multimodal. Et cette multimodalité aura l'objectif de rendre plus accessibles les territoires. Dans ce contexte, les schémas relatifs aux infrastructures de transport veilleront « *à poursuivre l'amélioration de l'accessibilité à toute partie du territoire français* »⁴⁶⁶. Ils comporteront « *une approche multimodale, intégrant ainsi le mode étudié dans une chaîne de transport et prenant en compte les capacités retenues pour les autres modes de transport* »⁴⁶⁷.

La LOADDT, dite loi 99-533 du 25 juin 1999, modifie la LOADT de 1995 et recommande, parmi les choix stratégiques, une nécessaire « *cohérence de la politique nationale d'aménagement du territoire avec les politiques mises en œuvre au niveau européen ainsi que le renforcement des complémentarités des politiques*

⁴⁶⁴ Mathieu, G. (1994). "Interconnexion des lignes à grande vitesse et services de jonction." Revue générale du chemin de fer **06-07**: 27-31.

⁴⁶⁵ (1995). LOADT. Loi 95-115 qui concerne l'Article 17, 1°.

⁴⁶⁶ Ibid.

⁴⁶⁷ Ibid.

publiques locales »⁴⁶⁸. Avec l'adoption de la LOADDT, on abandonne les schémas directeurs d'infrastructures au profit des schémas multimodaux de services collectifs qui vont prôner la planification par la demande et par le territoire. Progressivement, on a remplacé la planification nationale par les Contrats de plan Etat-Région ou CPER. Les CPER confirmés par la LOADDT sont l'outil principal de la mise en œuvre de la politique d'Aménagement du territoire. Toutefois, selon la LOADDT, les CPER doivent tenir compte des orientations prises dans les schémas de services collectifs.

Dans la modification de la LOTI par la LOADDT, à l'article 1^{er}, traitant de la satisfaction du besoin des usagers que doit remplir le système de transport, on va souligner le fait que cette satisfaction doit être obtenue dans des conditions économiques, sociales, suffisantes comme le souligne la LOTI, et des conditions environnementales les plus avantageuses, comme l'introduit la LOADDT. L'accent est mis sur le développement d'une politique intermodale où l'objectif principal est de soutenir l'intermodalité en facilitant la connexion des modes. Les préconisations des lois d'orientation sont alors supposées apparaître dans les schémas multimodaux de services collectifs qui suivent la LOADDT de 1999.

1.2 Les schémas multimodaux de services collectifs

Au nombre de neuf au total, dont un portant sur les transports, les schémas de services collectifs définissent les conditions de déploiement des réseaux matériels et immatériels, vecteurs de la mobilité et des échanges avec l'espace européen et mondial, l'organisation et l'accessibilité des services de proximité ainsi que les principes d'une gestion raisonnée des espaces.

Les schémas multimodaux de services collectifs de transport de voyageurs et de marchandises, appellent à favoriser le rayonnement et la consolidation des espaces par les réseaux de transport qui assurent l'ouverture des échanges au sein de l'espace national mais aussi européen. Il faut alors retenir que l'infrastructure ne constitue plus la seule réponse à la demande territoriale, on lui préférera la notion d'accessibilité au service. Si l'objectif est une France plus équilibrée et multipolaire avec des choix sur le long terme, les schémas sont centrés sur la satisfaction des

⁴⁶⁸ (1999). LOADDT.

besoins collectifs et doivent à un horizon de 20 ans, organiser des politiques publiques structurantes pour le développement des territoires et le rayonnement international de la France⁴⁶⁹.

Cette « nouvelle » orientation de la politique est fondée sur un rééquilibrage intermodal de l'offre de transport et une amélioration de leur efficacité. On va alors privilégier l'utilisation de l'existant à la construction de nouvelles infrastructures⁴⁷⁰.

L'Etat qui se consacrait auparavant à la planification des transports dans la création d'infrastructures nouvelles est aujourd'hui considéré comme un organisateur mais aussi comme un régulateur des systèmes de transport. L'abandon d'une vision exclusivement nationale au profit d'une vision plus partagée avec les autres niveaux renforce la place du territoire dans cette politique. On s'éloigne d'une approche exclusivement transport sans réel lien direct avec la nature des territoires reliés. La volonté n'est donc plus de s'appuyer sur l'ensemble du territoire pour aménager et planifier les transports. Elle est d'organiser le territoire en s'appuyant sur des grands ensembles régionaux pour, d'une part y développer les réseaux internes afin de créer des conditions avantageuses pour le développement économique, social et culturel, et d'autre part, de relier de manière performante ces grands ensembles entre eux et avec les principaux pôles européens. On entre dans une logique nouvelle, comme le souligne Olivier Paul-Dubois-Taine, qui insiste sur la priorité donnée aux interactions réseaux-territoires en posant que les schémas devront satisfaire au « *bon fonctionnement des grands axes multimodaux de transport reliant les principaux pôles européens et interrégionaux, ainsi que les capitales régionales avec leurs principaux points d'échanges intermodaux et leurs itinéraires alternatifs* »⁴⁷¹. Dans son article, l'auteur considère que la politique des schémas de services de transport à la française est, « *transposable à l'échelle européenne* »⁴⁷².

Dans le schéma consacré aux voyageurs, l'intermodalité apparaît clairement. Ainsi, il est indiqué que les projets concernant le transport de voyageurs devront contenir

⁴⁶⁹ Azéma, A. (2001). "Une Ambition pour le territoire: Document introductif aux neuf schémas de services collectifs." *Territoires 2020 : Analyses et débats* 4: 15-22.

⁴⁷⁰ Mosnat, A. (2001). "Le Renouvellement de la politique française de transport." *Définitions et questionnements autour des pôles d'échanges* 1: 43-47.

⁴⁷¹ Paul-Dubois-Taine, O. (2002). "Le Livre blanc sur l'avenir de la politique commune des transports: des avancées à approfondir pour le développement de l'espace communautaire." *Territoires 2020 : Territoires d'Europe / Territoires du monde* 5: 75-78.

⁴⁷² Ibid.

une dimension intermodale, qui apparaît essentielle dans la promotion des transports collectifs. De plus, les projets intermodaux ne s'arrêteront pas à la simple articulation des modes, ils devront faciliter la connexion des modes par l'aménagement de pôles d'échanges. Enfin, ils devront intégrer la qualité de service avec la tarification et la billettique combinée, l'information multimodale, ainsi que la concordance des horaires⁴⁷³.

Selon Georges Parrotin, auteur d'un rapport pour le Conseil Economique et Social, les transports ont deux fonctions : ils irriguent et drainent l'espace, façonnant l'organisation du territoire et reliant entre eux les espaces. « *L'objectif est d'améliorer les jonctions spatiales existantes et de réaliser des moyens de communication modernes et rapides pour obtenir un réseau complémentaire de grands axes nationaux et européens, un maillage convenable et une implantation judicieuse des points nodaux qui permettront de faire face à la demande, de combattre le désenclavement de certaines villes, de certaines régions et de rendre les déplacements plus sûrs* »⁴⁷⁴.

Comme l'indique Laurent Chapelon⁴⁷⁵, les schémas multimodaux de services collectifs de transport de voyageurs, ont pour objectif une « *amélioration de [la] performance [globale de la chaîne de transport] qui passe par un développement massif des connexions intermodales* ». Néanmoins, il précise que « *l'écart reste fort entre la déclaration d'intention et la mise en application de ce type d'opérations. Seul le renforcement des connexions TGV-Avion à Paris-Roissy et Lyon-Satolas est explicitement avancé* ». Et il est vrai que l'opposition entre le discours qui prône une vision multimodale et la réalité qui s'inscrit pour l'essentiel dans une perspective monomodale des modes de transport reste forte. La vision multimodale n'est souvent représentée que par la superposition de modes disjoints.

Dans le champ de l'aménagement du territoire national, on trouve une série d'exercices de planification et de prospective qui font écho aux schémas

⁴⁷³ CNT (1999). Les Schémas multimodaux de services collectifs de transport de voyageurs et de marchandises : Eléments d'appréciation. Paris, Conseil Nationale des Transports: 16.

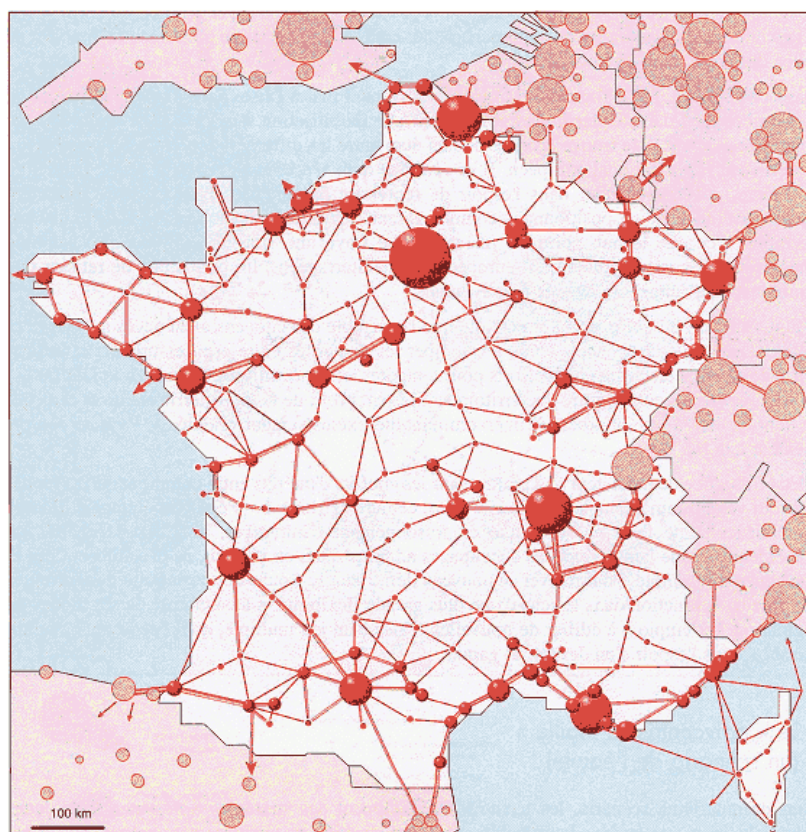
⁴⁷⁴ Parrotin, G. (1994). Des Equipements plus performants, des services mieux adaptés. Les Orientations de la politique d'Aménagement du territoire à l'horizon 2015. Conseil Économique et Sociale (CES). Paris. 3: 27-31.

⁴⁷⁵ Guermond, Y., (dir.), Bonerandi, E., Cicille, P., et al. (2001). Atlas de France : Territoire et Aménagement. Montpellier, Reclus. « Les Schémas multimodaux de services collectifs », par L. Chapelon, p. 59-60.

multimodaux. On trouve aussi une série de travaux de prospective territoriale. Dans une vision multipolaire, en 2000, la DATAR propose, 4 scénarios exploratoires pour l'aménagement de la France en 2020⁴⁷⁶. Ces quatre scénarios formulent les choix envisagés en termes de dynamiques spatiales et d'organisation du territoire. Les scénarios sont les suivants :

- L'« Archipel éclaté » : où s'opposent les villes dynamiques et les territoires marginalisés.
- Le « local différencié » : où des communautés régionales se construisent sur des logiques identitaires.
- Le « centralisme rénové » : qui correspond à la recentralisation et où on retrouve le modèle centre-périphérie : Paris et les villes secondaires.
- Le « polycentrisme maillé » : où on assiste à la recomposition des territoires et à la redéfinition des missions de la puissance publique. C'est le scénario qui met en scène l'équité et qui cherche à susciter la coopération entre les territoires.

⁴⁷⁶ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.



Le développement est structuré par un réseau urbain dont le polycentrisme s'est affirmé à deux échelles territoriales : celle des ensembles interrégionaux, cadres de coopération-concurrence entre les villes, et celle des agglomérations et pays, nouvelles mailles de gestion des projets locaux.

Figure 24 : Illustration du « *polycentrisme maillé* »⁴⁷⁷

Parmi les quatre scénarios proposés, la DATAR fait le choix du « polycentrisme maillé », illustré par la figure ci-dessus. Pour la DATAR, le polycentrisme est plus à même de répondre aux enjeux fixés : le développement durable, la cohésion sociale, économique et spatiale, la solidarité ou encore la recomposition des territoires. De plus, ce scénario est en cohérence avec celui de l'Europe, illustré par le SDEC (Schéma de Développement de l'Espace Communautaire). En effet, le polycentrisme utilisé autrefois comme « *outil technique dans l'analyse de l'armatures urbaines, est de plus en plus mobilisé comme instrument politique pour la traduction des principes de subsidiarité et de solidarité* »⁴⁷⁸. Le concept de polycentrisme dont Andreas Faludi fait remonter l'origine aux conceptions allemandes des années 1980⁴⁷⁹, vise à

⁴⁷⁷ Ibid.

⁴⁷⁸ Laruelle, N., Le Bris, J., Lerolle, H. et DADT (2003). "L'Ile-de-France dans son environnement territorial national et européen." *Note rapide sur le bilan du SDRIF Bilan stratégique, n° 19*: 4 p.

⁴⁷⁹ Faludi, A. (2001). *Introduction : The European Spatial Development Perspective (ESDP)*. National Planning Conference, New Orleans, <http://www.asu.edu/caed/proceedings01/index.htm>. Et Faludi, A. (2001). *The German role in the ESDP process*. National Planning Conference, New Orleans, <http://www.asu.edu/caed/proceedings01/index.htm>.

susciter ou accompagner la coopération entre les territoires. Le polycentrisme reflète la volonté d'un développement structuré en réseau urbain, dans le but de parvenir à une distribution plus équilibrée des activités au sein d'un espace. Cette distribution équilibrée nécessite quant à elle, à la fois, une amélioration des infrastructures de transport, mais aussi un besoin accentué de qualité de services entre les pôles urbains. Car cette option de « polycentrisme maillé » requiert un fonctionnement en réseau des systèmes urbains pour faire jouer aux mieux les complémentarités⁴⁸⁰.

Parmi les lignes directrices de la politique d'Aménagement du Territoire, la dimension multimodale émerge avec une forte volonté exprimée pour la complémentarité des modes, « *l'objectif étant de favoriser l'utilisation des modes et de leurs avantages respectifs, mais aussi leur articulation avec pour finalité une efficacité économique mais aussi sociale* »⁴⁸¹. Le développement de l'articulation entre les réseaux de transport de voyageurs se fera par le renforcement des points nodaux à plusieurs échelles (nationale et interrégionale). La deuxième ligne directrice s'attachera à une politique de maillage du territoire basée sur la complémentarité des espaces. « *L'échelle européenne sera associée à la mise en œuvre de la politique d'aménagement et devra s'insérer dans la logique de complémentarité* »⁴⁸².

Si les orientations nationales insistent sur le maillage, l'accessibilité et la complémentarité des modes de transports, les arguments développés par la Commission Européenne, dans le Livre Blanc consacré à la politique européenne des transports à l'horizon 2010, mettent l'accent sur l'intermodalité déclinée en terme de qualité de services et non plus seulement en terme de complémentarité des modes. Les orientations de la politique européenne sectorielle des transports en la matière se résumant principalement à l'articulation des modes dans un même lieu.

⁴⁸⁰ Baudelle, G. et Peyrony, J. (2005). "Le Polycentrisme en France : cheminement d'un concept." Territoires 2030 : Analyses et débats n° 1: p. 89-101. Et RAFFARIN, J.-P., BARDOU, J. et BELOT, C. (2001). Les Schémas de services collectifs, <http://www.senat.fr/rap/r00-395/r00-395.html>. Consulté en 2005.

⁴⁸¹ Parrotin, G. (1994). Des Equipements plus performants, des services mieux adaptés. Les Orientations de la politique d'Aménagement du territoire à l'horizon 2015. Conseil Économique et Sociale (CES). Paris. **3**: 27-31.

⁴⁸² Ibid.

1.3 L'intermodalité dans la politique européenne des transports

Paru en 2001 sous le titre de : « La Politique européenne des transports à l'horizon 2020 : l'heure des choix », le livre blanc se positionne aussi autour des thématiques évoquées précédemment et notamment ce qui concerne l'intermodalité.

Toutefois, l'intermodalité est développée et déclinée en termes de qualité de services. En effet, elle est décrite comme un outil permettant de faciliter les conditions de voyages et de rendre plus commodes les transferts modaux. Dans la réalité des faits, l'usager est encore dissuadé d'emprunter plusieurs modes de transport au cours de son déplacement. La difficulté à obtenir des informations multimodales, mais aussi à commander des billets de « porte à porte » lorsque le voyage fait appel à plusieurs compagnies ou lorsque plusieurs modes de transport sont mobilisés. Une des dernières difficultés concerne les transferts modaux qui sont souvent complexes à cause d'infrastructures inadaptées et d'un manque de complémentarité ou de coopération modale. Ainsi, concernant le transport de voyageurs, les avancées proposées dans le livre blanc concernent :

- le développement des billets intégrés (ou combinés) pour un voyage de bout en bout,
- la question de la prise en charge des bagages dès la gare : enregistrement et traitement des bagages qui nécessitent des aménagements spécifiques dans les gares ferroviaires dans le cadre d'une connexion fer-air,
- la continuité des déplacements.

La finalité de ce dispositif est de réduire les pertes de temps lors des transferts entre modes. Le livre blanc illustre les propos développés avec l'exemple des complémentarités air-fer développées dans certains pays, en Allemagne, en Belgique et en France.

Par exemple, Lufthansa et la DB (Deutsche Bahn) proposent entre Stuttgart et Francfort un billet unique train+avion avec un enregistrement des bagages en gare de Stuttgart. Le deuxième exemple concerne l'accord conclu entre la compagnie Air France et la société d'exploitation des Thalys qui s'allient au départ de Bruxelles-Midi

(gare ferroviaire) avec là aussi un billet unique train+avion. Le Thalys va ainsi remplacer les liaisons aériennes entre Paris et Bruxelles.

Ainsi, « *la Commission souhaite encourager les mesures favorisant l'intermodalité pour les personnes et renforcer son action sur les droits des usagers pour tous les modes de transport, en réfléchissant à la possibilité de les compléter à l'avenir par des devoirs. Le voyageur est en effet encore trop souvent dissuadé d'utiliser différents modes de transport pour un même voyage. Il rencontre des difficultés à obtenir des informations et à commander son billet lorsque le trajet implique plusieurs compagnies ou différents moyens de transport et il arrive que les transferts modaux soient compliqués par des infrastructures inadaptées* »⁴⁸³.

La politique européenne a donc comme objectif la réalisation d'un système de transport global et multimodal où prime la complémentarité. Et avant même le livre blanc ou encore les schémas multimodaux, de nombreux auteurs ont identifiés cette orientation vers un système global et multimodal. Du point de vue de l'analyse des réseaux, de nombreuses problématiques se sont développées autour de l'intermodalité, de la multimodalité et plus largement de l'imbrication des réseaux et de leurs conséquences sur les territoires. Ainsi, en 1997, dans un article intitulé « *Vers une spécificité de l'aéroport d'Annecy ?* », Yannick Roux se pose la question de « *savoir s'il est préférable de posséder tous les modes de transport rapides ou seulement le mode le plus indispensable au développement de la ville* »⁴⁸⁴.

D'autres auteurs, comme Philippe Menerault et Vaclav Stransky s'intéressent également à l'intermodalité et mettent en valeur le fait que « *l'optimisation [des modes de transport] réside dans une meilleure utilisation des réseaux existants et une complémentarité entre les modes. En ajoutant voire en modifiant des horaires de TGV, l'accessibilité au départ de Lille vers des destinations nationales peut considérablement évoluer et favoriser l'interconnexion* »⁴⁸⁵.

⁴⁸³ Commission Européenne (2001). Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix. Luxembourg.

⁴⁸⁴ Roux, Y. (1997). Vers une spécificité de l'aéroport d'Annecy ? Cahiers Savoisien de Géographie : Transport et développement en Pays de Savoie. Centre interdisciplinaire scientifique de la montagne. Chambéry: 69-76.

⁴⁸⁵ Menerault, P. et Stransky, V. (1999). "La Face cachée de l'intermodalité : Essai de représentation appliquée au couple TGV/AIR dans la desserte de Lille." Les Cahiers Scientifiques du Transport(35): 29-53.

Que se soit en termes de niveau d'équipement (logique infrastructurelle) ou en termes d'offre de transport (logique de service), il apparaît que la vision politique est en concordance avec la vision académique proposée ci-dessus. Ces deux visions mettent en avant la préconisation de mesures qui faciliteront l'articulation des modes. Même si comme l'a souligné Laurent Chapelon pour les schémas multimodaux de services collectifs, « *l'écart reste fort entre la déclaration d'intention et la mise en application* »⁴⁸⁶.

Néanmoins, au-delà de l'opposition entre préconisation et application, les exemples se multiplient pour confirmer l'effort fait au niveau politique, mais aussi au niveau de l'ensemble des observateurs du transport pour garder l'articulation des réseaux et des territoires au cœur des préoccupations, « *développer le territoire c'est offrir un accès égal aux services essentiels, en passant par des choix s'inscrivant dans un contexte d'emboîtement d'échelle, d'efficacité mais aussi d'interconnexions multimodales. Les transports ont une place primordiale dans l'organisation spatiale, et les rapports dans l'organisation entre transport et espace sont réciproques* »⁴⁸⁷. Les réseaux apparaissent donc en tant qu'enjeu et notamment « *l'enjeu des politiques d'aménagement du territoire...L'émergence de nouveaux réseaux sollicite de nouveaux enjeux...* »⁴⁸⁸.

Dans la continuité des politiques évoquées jusqu'à maintenant, on a pu observer le virage progressif que les politiques de transport ont amorcé après la LOTI. Effectivement, la dimension spatiale est devenue plus présente et l'articulation réseaux-territoires est perçue comme un enjeu des politiques d'aménagement du territoire. Si le livre blanc constitue une première étape à la politique des transports à l'échelle européenne, il faut cependant consulter le schéma de développement de l'espace communautaire (SDEC), pour que dans une optique européenne, on traite des relations réseaux-territoires à plusieurs échelles.

⁴⁸⁶ Guermond, Y., (dir.), Bonerandi, E., Cicille, P., et al. (2001). Atlas de France : Territoire et Aménagement. Montpellier, Reclus.

⁴⁸⁷ Meyzeng, C. (1997). Transports, géographie et développement en Rhône-Alpes, et plus spécialement en Pays de Savoie. Cahiers Savoisien de Géographie : Transport et développement en Pays de Savoie. Centre interdisciplinaire scientifique de la montagne. Chambéry: 9-15.

⁴⁸⁸ Chauchefoin, P. (2000). "Réseaux et territoires : regard sur quelques aspects de la politique nationale d'aménagement du territoire, entretien avec Jean-Louis Guigou (DATAR)." Flux **39/40**: 68-75.

2 Intermodalité et construction européenne

Le premier constat que l'on peut faire, est que l'antériorité du schéma de développement de l'espace communautaire (SDEC)⁴⁸⁹, adopté à Postdam en mai 1999 n'a pas eu de réel effet sur le lien réseau-territoire tel qu'il apparaît dans le livre blanc⁴⁹⁰ sur la politique européenne des transports en 2001. Il y est préconisé que pour « *rééquilibrer les modes de transport* »⁴⁹¹, il faut prendre les mesures dans d'autres secteurs et à plusieurs échelles. C'est à ce titre que les politiques d'urbanisme et d'aménagement du territoire doivent accompagner le rééquilibrage des modes. Cependant on peut insister sur l'idée que le livre blanc adopte une vision essentiellement transport et se consacre de manière marginale au territoire et aux effets des modes sur le territoire. Le livre blanc propose l'intermodalité pour aboutir à ce rééquilibrage des modes, dans la perspective d'un transport durable, mais il n'est nullement question des enjeux territoriaux de l'intermodalité à l'échelle de l'Europe. En effet, même si la stratégie insiste sur le long terme d'un processus conduisant à un système de transport durable⁴⁹², les effets sur le territoire ne sont pas clairement énoncés.

En conséquence, on voit pointer le besoin de faire le lien entre les politiques communautaires de transport qui préconisent l'intermodalité et l'aménagement du territoire. Le développement « harmonieux » si souvent souligné dans les textes politiques européen repose sur l'idée qu'on ne fasse pas abstraction de la diversité des territoires de l'Union Européenne. Cette remarque nous renvoie à la définition du territoire de Maryvonne Le Berre⁴⁹³, qui souligne la présence des trois dimensions du territoire : identité, matérialité physique qui renvoie à la configuration du territoire et la dimension organisationnelle qui renvoie à la structuration du territoire.

La politique européenne en terme d'aménagement et de développement du territoire « *nécessite d'élaborer une stratégie en vue d'orienter le développement du territoire*

⁴⁸⁹ Commission Européenne (1999). Schéma de Développement de l'Espace Communautaire (SDEC) : Vers un développement spatial équilibré et durable du territoire de l'Union Européenne. Luxembourg: 94 p.

⁴⁹⁰ Commission Européenne (2001). Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix. Luxembourg.

⁴⁹¹ Ibid.

⁴⁹² Ibid.

⁴⁹³ Le Berre, M. (1995). Territoires. Encyclopédie de Géographie. Paris, Economica: p. 617-638.

européen »⁴⁹⁴. C'est dans le contexte de l'élaboration de cette stratégie qu'on pourra parler de développement « harmonieux » du territoire.

L'objectif de ce point n'est pas de retracer l'histoire des politiques européennes dans le domaine de l'aménagement du territoire ou des transports. L'enjeu est de montrer comment le territoire s'inscrit dans les politiques communautaires de transport mais surtout la façon dont l'articulation réseau-territoire se fait de plus en plus présente à l'échelle européenne et dans les orientations politiques préconisées. Cet aspect sera traité du point de vue de l'intermodalité préconisée dans les politiques communautaires de transport comme dans le SDEC.

Ainsi, dans un premier point nous aborderons le SDEC avec l'objectif d'en décrire les fondements, la visée et les options politiques qu'il suppose. Il sera également question de savoir comment le SDEC s'intègre dans les politiques communes des transports et comment les options du SDEC influent sur la construction d'un système de transport intermodal. Dans un deuxième temps, on se consacrera à exposer l'introduction du développement polycentrique à l'échelle de l'Europe en s'attachant à l'étude du SDEC complétés par celle des travaux du programme ORATE – ESPON⁴⁹⁵. L'idée est de se demander comment l'intermodalité s'intègre dans une optique européenne d'aménagement du territoire.

2.1 Le schéma de développement de l'espace communautaire (SDEC)

Le SDEC est l'aboutissement des travaux de l'Europe sur l'aménagement de son territoire. Chronologiquement, l'introduction de l'aménagement du territoire dans les travaux de la commission européenne se fait en 1989 sous l'impulsion de la France⁴⁹⁶. Les rencontres successives des ministres en charge de l'aménagement du territoire dans les pays membres font aboutir le discours, en 1993, en mettant en chantier le SDEC. En 1997, le premier projet du SDEC est approuvé comme base de travail, pour une version finale livrée et approuvée par les ministres responsables de

⁴⁹⁴ Commission Européenne (2002). Rapport sur les Politiques communautaires et l'Aménagement du territoire (Document de travail de la Commission, 50 p.), <http://europa.eu.int>, page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". **Consulté en 2005.**

⁴⁹⁵ ORATE – ESPON : Observatoire en Réseau de l'Aménagement du Territoire Européen – European Spatial Planning Observation Network.

⁴⁹⁶ Lacour, C., Delamarre, A. et avec la collaboration de Thoin, M. (2003). 40 ans d'aménagement du territoire. Paris, La Documentation Française.

l'aménagement en mai 1999 à Postdam. L'ambition du SDEC est de contribuer à l'amélioration de la coordination des politiques communautaires qui ont un impact significatif sur le territoire. Si on vise l'intégration du territoire européen, le contexte de développement des infrastructures de transport essentiellement à l'échelle nationale n'est pas suffisant. En effet, il génère peu de coopération et peu de coordination entre les services à l'échelle de l'Europe ; ce constat explique alors le développement de la politique commune des transports. Celle-ci ayant pour objectifs : la construction d'un réseau d'infrastructures intégrées, la lutte contre les goulets d'étranglements, la réduction des déficits d'accessibilité de certains territoires, les défis environnementaux ou encore le développement des modes alternatifs de transport.

Toutefois, dans une optique d'aménagement et vers une intégration du territoire européen, les objectifs de la politique communautaire de transport n'intègrent pas explicitement les enjeux territoriaux. La naissance du SDEC est assimilable à l'émergence d'une coopération européenne en matière d'aménagement du territoire⁴⁹⁷. Il a pour ambition une amélioration de la coordination des politiques communautaires qui ont un impact significatif sur le territoire. La mise en chantier du SDEC n'a pas vocation à devenir une norme à laquelle tous les pays membres devraient obligatoirement se référer pour mener leur politique nationale, ou la politique européenne. Le SDEC revêt un caractère indicatif sur le développement souhaitable suivant les objectifs fixés au départ. Il marque une transition dans la vision du territoire. Il est considéré, en effet, comme un « *processus de travail* [à long terme] *orienté à la fois vers les aspects prospectifs des enjeux territoriaux et vers le renforcement de la coordination et de la coopération* »⁴⁹⁸ économique, sociale et spatiale. Trois principes fondent le SDEC :

- Le développement d'un système urbain équilibré et une nouvelle relation entre les villes et les campagnes,
- l'assurance d'une égalité d'accès aux infrastructures et aux connaissances.

⁴⁹⁷ Peyrony, J. et avec la collaboration de Hingray, M.-C. (2002). Le Schéma de Développement de l'Espace Communautaire. Paris, DATAR.

⁴⁹⁸ Commission Européenne (2002). Rapport sur les Politiques communautaires et l'Aménagement du territoire (Document de travail de la Commission, 50 p.), <http://europa.eu.int> , page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". **Consulté en 2005.**

- le développement durable⁴⁹⁹ .

Ces trois principes fondateurs sont traduits dans le document final du SDEC, adopté en 1999, par la nomenclature de 60 options politiques au service du lien entre politiques communautaires et aménagement du territoire.

Il faut insister sur l'idée que « *les politiques communautaires [sont] issues, du moins formellement, des dispositions des Traités* »⁵⁰⁰, c'est-à-dire qu'en règle générale, elles sont sans aspects ou enjeux territoriaux directs et explicitement définis. Pourtant, chacune de ces politiques tend à avoir un effet sur le territoire sur lequel elle s'inscrit. Par exemple, si on prend la construction des RTE-T⁵⁰¹ qui se base sur une série d'orientations et de projets de réseaux de transport à long terme, la vision territoriale est présente et ne peut être déconnectée de l'impact sur les acteurs économiques et sociaux qu'elle génère. Pourtant, il faut souligner qu'on est dans une logique purement transport dans les RTE-T⁵⁰² comme dans le livre blanc⁵⁰³. L'intermodalité est envisagée par la préconisation de mesures qui concernent l'harmonisation technique et l'interopérabilité entre les systèmes de transport, on n'aborde pas la question du territoire. On met en avant des axes qu'on veut multimodaux afin de permettre le choix du mode, des gains de temps, de réduire l'impact négatif sur l'environnement et globalement de rééquilibrer les modes de transport. Ainsi, les projets issus des réseaux transeuropéens comme les propositions issues du livre blanc sont envisagés comme des clés de la croissance économique et comme un moyen de gérer l'extension tous azimuts des réseaux en Europe.

La dimension territoriale dans les réseaux transeuropéens apparaît fortement au moment où il est question de la connexion des régions périphériques. Le SDEC, quant à lui, tranche, car contrairement aux préconisations du livre blanc ou des réseaux transeuropéens, il ne vise pas à s'appliquer qu'à des espaces en marges de l'Union Européenne, mais à l'ensemble du territoire européen. L'introduction des objectifs du SDEC dans les politiques communautaires des transports renvoie à la promotion d'un système de transport efficace et durable pour l'ensemble du territoire.

⁴⁹⁹ Ibid.

⁵⁰⁰ Ibid.

⁵⁰¹ Commission Européenne et Direction Générale de l'Energie et des Transports (2005). Réseau transeuropéen de transport - RTE-T, axes et projets prioritaires. Luxembourg: 72 p.

⁵⁰² Ibid.

⁵⁰³ Commission Européenne (2001). Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix. Luxembourg.

Plus généralement, il s'agit de respecter les objectifs fondamentaux du SDEC, c'est-à-dire, la promotion de la croissance durable, le respect de l'environnement, la cohésion économique et sociale. Le SDEC retient alors l'idée que les politiques communautaires de transport répondent aux enjeux territoriaux en retenant des options sur la base des trois principes fondateurs du SDEC⁵⁰⁴.

L'objectif est alors de raisonner en termes de services adaptés aux besoins des territoires avec une plus grande prise en compte des enjeux environnementaux, enjeux qui correspondent à la promotion des modes moins polluants ou à la promotion de l'intermodalité, par exemple. On peut alors exprimer l'idée que le raisonnement en termes d'infrastructures n'est plus d'actualité. Le SDEC renvoie à la coopération en matière d'aménagement du territoire à l'échelle européenne où le système de transport constitue un moteur et ambitionne un développement équilibré et harmonieux du territoire. De ce point de vue, l'introduction de la dimension territoriale renvoie à l'introduction du concept de cohésion territoriale qui s'ajoute à la cohésion économique et sociale prônée par le SDEC.

2.2 Le système de transport intermodal dans le polycentrisme

Le concept de cohésion territoriale, qui apparaît clairement dans le 3^{ème} rapport sur la cohésion économique et sociale de février 2004⁵⁰⁵, est inséré dans les travaux de la commission afin de compléter les objectifs de l'Union Européenne relatifs à la cohésion économique et sociale. L'introduction de ce concept vise à enrichir et renforcer la cohésion économique et sociale. Plus spécifiquement, en termes de politique, l'objectif est d'arriver à un développement plus équilibré en amoindissant les disparités existantes et les déséquilibres territoriaux. Il s'agit aussi de parvenir à une plus grande cohérence entre politiques communautaires et politiques régionales. La logique développée doit être multi-échelles. Les options proposées dans le SDEC et les rapports suivants sur la cohésion sont fondées sur une organisation polycentrique à l'échelle européenne. Cette organisation suppose que le territoire soit coordonné autour de grands ensembles métropolitains en possession d'un accès

⁵⁰⁴ Commission Européenne (2002). Rapport sur les Politiques communautaires et l'Aménagement du territoire (Document de travail de la Commission, 50 p.), <http://europa.eu.int>, page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". **Consulté en 2005.**

⁵⁰⁵ Commission Européenne (2004). Un nouveau partenariat pour la cohésion : convergence, compétitivité, coopération ; 3^{ème} Rapport sur la cohésion économique et sociale. Luxembourg, Commission Européenne, COM (2004) 107 du 18/02/2004: 248 p.

international facile et interconnecté. L'ambition de ce raisonnement multi-échelles est, d'une part d'améliorer l'équilibre territorial, et d'autre part de conduire les territoires concernés à adopter des stratégies communes de développement spatial. Dans cette optique, l'amélioration des connexions entre réseaux de transport est un outil.

Le développement spatial polycentrique suppose aussi un raisonnement sur la base de l'équité territoriale où là encore le système de transport est un élément clé, notamment dans « *le renforcement du rayonnement des régions* »⁵⁰⁶. L'accès aux infrastructures, est introduit comme le deuxième principe fondateur du SDEC. Il apparaît dans la perspective d'un développement spatial polycentrique comme une mesure pour permettre une meilleure répartition des infrastructures dans le but d'améliorer le niveau de services et de réaliser des infrastructures appropriées. On montre que l'ensemble du territoire européen nécessite d'être connecté et cela afin de concilier l'équité (de coordonner équitablement) mais aussi promouvoir l'accessibilité et la compétitivité des territoires.

Si nous prenons comme exemple les aéroports internationaux et que nous nous positionnons dans la perspective d'un développement polycentrique du territoire, il apparaît que toutes les villes ne peuvent raisonnablement pas disposer d'un aéroport international. Cette perspective du polycentrisme suppose qu'on adopte l'idée de la coopération interrégionale, soit l'idée qu'une ville qui possède un aéroport international dans la région A permette à une ou plusieurs villes de la région B d'y accéder. L'approche devient alors multimodale et répond aux préoccupations européennes mais aussi nationales. De plus, la solution multimodale qui consiste à relier l'aéroport de la région A à la région B, permet aussi de satisfaire la demande de mobilité tout en répondant aux défis du respect de l'environnement en favorisant les transports durables et propres pour assurer ce lien entre A et B.

Dans la continuité du SDEC, les travaux issus du programme de recherche ORATE-ESPON⁵⁰⁷ ont pour but de promouvoir et d'actualiser les propositions du SDEC. Parmi les objectifs fixés, l'ORATE doit :

⁵⁰⁶ Commission Européenne et DG Politique Régionale (2004). Rapport intérimaire sur la cohésion territoriale (Résultats préliminaires des études de l'ORATE et de la Commission Européenne, 103 p.), <http://europa.eu.int> , page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". **Consulté en 2005.**

⁵⁰⁷ Programme ORATE-ESPON : Observatoire en réseau de l'aménagement du territoire européen – *European spatial planning organisation network*.

- confronter les expériences d'aménagement du territoire pour faire apparaître les contradictions entre les politiques (régionales, nationales, européennes) ;
- explorer les implications du SDEC ;
- développer des outils à même de donner une image plus proche de la réalité des recommandations du SDEC ;
- rendre accessible la dimension territoriale introduite dans les diverses politiques ;
- mesurer les impacts territoriaux par rapport aux échelles et aux secteurs pour une meilleure coordination ;
- créer un réseau d'acteurs européens autour de l'aménagement du territoire européen et créer un espace de dialogue entre ces acteurs (politiques, scientifiques, administratifs...).

Ainsi, dans les travaux de l'ORATE, on voit apparaître l'intermodalité dans le projet 1.2.1⁵⁰⁸ consacré aux services et réseaux de transport : tendances territoriales et infrastructure de base pour la cohésion territoriale. L'objectif est d'analyser les échanges entre villes qui se font par l'intermédiaire des réseaux de transport et de montrer que l'accès à ces réseaux est un facteur de développement territorial. Trois questions guident cette analyse dont deux nous intéressent plus particulièrement :

- Comment les réseaux de transport peuvent avoir un rôle décisif dans le développement équilibré et durable du territoire et comment peuvent-ils favoriser le polycentrisme ?
- Le développement de l'accessibilité à travers la qualité de services peut-il accroître la cohésion territoriale ?

L'idée directrice reste l'équilibrage du réseau européen qui suppose une intégration des réseaux nationaux à l'échelle de l'Europe. Sur la base du polycentrisme, l'hypothèse est que ce dernier est un outil qui permet une meilleure structuration du

⁵⁰⁸ ORATE-ESPO (2004). Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion (2002-2004) Project 1.2.1 (*Réseaux et services de transport : Tendances territoriales et offre d'infrastructures pour la cohésion territoriale*), http://www.espon.lu/online/documentation/projects/thematic/thematic_17.html. **Consulté en 2005.**

territoire qui « [évite] de trop longs déplacements centre-périphérie et [favorise] une mobilité accrue entre centres »⁵⁰⁹.

Ainsi, après une analyse basée sur des calculs d'accessibilité monomodale, les principales recommandations sont les suivantes :

- à l'échelle de l'Europe et pour le fret, les transferts modaux ainsi que l'intermodalité, sont deux solutions réaffirmées dans les travaux de l'ORATE, notamment en vue de réduire la pollution et les accidents. Il s'agit aussi d'envisager une baisse des vitesses sur route pour encourager le transfert modal.

L'intermodalité pour les voyageurs n'est pas traitée. Le rapport de synthèse met l'accent sur l'idée qu' « *il faut réduire la vulnérabilité des réseaux par un niveau minimum de redondance modale lorsque c'est possible et par une redondance multimodale lorsque ce ne l'est pas* »⁵¹⁰. Il ne s'agit donc pas d'interconnecter les réseaux mais de donner le choix de plusieurs modes pour se rendre d'une ville à une autre.

- à l'échelle des macro-régions, au nombre de cinq (Aire Atlantique, Aire Méditerranée, Aire Nordique, Aire Centrale et Europe de l'Est) qui sont « structurées » autour de réseaux de villes, l'intermodalité est évoquée plus clairement même si elle n'est pas un élément clé.

Dans les recommandations préconisées, on retiendra le projet de « *renforcer les liaisons intermodales par un nœud entre les nœuds de transport côtiers et les nœuds d'accès au transport intérieur qui peuvent agir en tant que terminaux intermodaux* »⁵¹¹ pour l'Aire Méditerranéenne. En ce qui concerne l'Aire Centrale, très bien équipées en réseaux de transport, on souligne que « *le problème se trouve moins dans les réseaux manquants* »⁵¹² ou inexistantes que dans le manque de nœuds d'interconnexions ou terminaux intermodaux pour reprendre les termes du rapport. Contrairement aux

⁵⁰⁹ UMS Riate et PhDB consultant pour la traduction des rapports de synthèse (2005). Projet ORATE 1.2.1 : Services et réseaux de transport : tendances territoriales et infrastructures de base pour la cohésion territoriale, <http://www.ums-riate.com/orate.html>. Consulté en 2005.

⁵¹⁰ Ibid.

⁵¹¹ Ibid.

⁵¹² Ibid.

recommandations à l'échelle européenne, où on met en avant un système multimodal afin de donner le choix de plusieurs modes pour se rendre d'une ville à une autre ; à une échelle plus fine, celle des macro-régions, on traite de l'interconnexion des réseaux donc d'intermodalité dans les projets sans pour autant en faire un élément central.

A partir de ces quelques remarques, on voit que la conception multi-échelles de l'aménagement du territoire proposée par le SDEC apparaît dans les travaux de l'ORATE. Il faut ajouter à cela l'idée qu'un travail au profit du territoire européen n'efface pas le territoire national. On est donc bien dans le contexte de la France dans l'Europe où la politique française exprime la dimension européenne en faisant distinctement l'aller-retour entre politique nationale et politique européenne⁵¹³.

Globalement, il faut reconnaître que la coopération des acteurs en matière de développement territorial en ce qui concerne les transports exprime pauvrement les impacts territoriaux de l'intermodalité préconisée par les différents outils et les politiques décrites.

⁵¹³ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

Conclusion

Dans ce chapitre on a démontré que l'intermodalité constitue un enjeu majeur des recommandations politiques. L'objectif fixé est de mettre en évidence sa place dans les politiques nationales ou européennes nous a d'abord permis de montrer que la conception intermodale du transport et de la desserte des territoires n'est pas une préoccupation nouvelle⁵¹⁴. Mise de côté dans les années 1950 avec le cloisonnement des modes lié à des choix techniques, organisationnels et fonctionnels⁵¹⁵, la vision proposée redevient monomodale jusque dans les années 1970 où le choc pétrolier fait reparaître l'idée d'une nécessaire complémentarité des modes de transport.

En France, les politiques successives prônent « *un développement harmonieux et complémentaires des divers modes de transport* »⁵¹⁶ pour apparaître comme une solution voire un élément majeur dans les politiques de transport dans la LOADT en 1995, puis dans la LOADDT de 1999⁵¹⁷.

Les schémas multimodaux de services collectifs réaffirment l'idée que l'intermodalité est un outil qui favorise le rayonnement et la consolidation des espaces par les réseaux de transport qui assurent l'ouverture des échanges au sein de l'espace national mais aussi européen. Dans ce contexte, l'intermodalité est déclinée dans une recherche de meilleure accessibilité aux services.

L'intermodalité est prônée dans le sens d'un rééquilibrage des modes où l'on cherche à privilégier l'utilisation d'infrastructures existantes à la construction de nouvelles infrastructures⁵¹⁸.

Au niveau de l'aménagement du territoire français, la DATAR aujourd'hui DIACT⁵¹⁹ va faire écho des Schémas multimodaux de services dans une série de travaux de

⁵¹⁴ Michèle Merger, chargée de recherche au CNRS, Institut d'Histoire moderne et contemporaine, Présidente de l'action COST-340 de l'Union Européenne. Intervention faite au colloque de clôture de l'action COST-340, « Vers un réseau de transports européen intermodal : les leçons de l'histoire ». Et Starostina, N. (2005). "Mass culture, social imaginaire and creating intermodal transportation network : a lesson from France in the 1920s - 1930s". Communication au colloque de clôture de l'action COST-340 "Vers un réseau de transport intermodal européen : les leçons de l'histoire", Paris.

⁵¹⁵ Ribeill, G. (1986). "Réseaux techniques : le développement à la française." *Métropolis 2ème Trimestre n°73-74*: 83-88. Et Offner, J.-M. (1993). "Le Développement des réseaux techniques : un modèle générique." *Flux n°13-14 Juillet-Décembre*: 11-18.

⁵¹⁶ (1999). Article 3 de la LOTI modifié par la LOADDT du 25 juin 1999, <http://www.legifrance.gouv.fr>. **Consulté en 2005.**

⁵¹⁷ (1995). LOADT. Et (1999). LOADDT.

⁵¹⁸ Mosnat, A. (2001). "Le Renouveau de la politique française de transport." *Définitions et questionnements autour des pôles d'échanges 1*: 43-47.

planification et de prospective territoriale qui vont déboucher sur le choix d'une organisation multipolaire, avec le polycentrisme maillé. Ce scénario polycentrique renvoie aux enjeux fixés dans les politiques de transport. C'est aussi le choix de l'Europe : le SDEC s'inscrit également à une conception polycentrique de l'aménagement du territoire européen qui reflète, comme le souligne Andreas Faludi⁵²⁰, la volonté d'un développement structuré en réseau urbain afin d'équilibrer les activités au sein d'un espace et faire jouer au mieux les complémentarités⁵²¹.

A l'échelle européenne, la politique de transport⁵²² s'est inscrite dans les mêmes orientations, une vision intermodale insistant sur la qualité de service et non plus seulement sur la complémentarité des modes. L'objectif étant réalisation d'un système de transport global et multimodal.

Cependant, le Livre Blanc sur les transports n'aborde nullement la question des enjeux territoriaux de l'intermodalité sur le territoire européen. Ce point a donc été développé dans l'idée de rendre compte de l'intégration de l'intermodalité dans les politiques européennes d'aménagement du territoire en abordant le SDEC⁵²³ et les travaux du programme ESPON-ORATE⁵²⁴. Le SDEC nous renvoie l'idée d'une coopération en matière d'aménagement du territoire avec le système de transport qui constitue un moteur d'une part, et l'idée d'un développement équilibré et harmonieux du territoire, cohésion territoriale d'autre part, avec le renforcement du rayonnement des régions européennes⁵²⁵.

On a ensuite montré que dans les travaux du programme ESPON-ORATE qui ambitionne la promotion et l'actualisation des travaux du SDEC, l'idée reste un

⁵¹⁹ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

⁵²⁰ Faludi, A. (2001). Introduction : The European Spatial Development Perspective (ESDP). National Planning Conference, New Orleans, <http://www.asu.edu/caed/proceedings01/index.htm>. Et Faludi, A. (2001). The German role in the ESDP process. National Planning Conference, New Orleans, <http://www.asu.edu/caed/proceedings01/index.htm>.

⁵²¹ Parroton, G. (1994). Des Equipements plus performants, des services mieux adaptés. Les Orientations de la politique d'Aménagement du territoire à l'horizon 2015. Conseil Économique et Sociale (CES). Paris. **3**: 27-31.

⁵²² Commission Européenne (2001). Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix. Luxembourg.

⁵²³ Commission Européenne (1999). Schéma de Développement de l'Espace Communautaire (SDEC) : Vers un développement spatial équilibré et durable du territoire de l'Union Européenne. Luxembourg: 94 p.

⁵²⁴ ORATE-ESPON (2002). Official Website of the Espon 2006 programme, Supported by the EU-Community initiative Interreg III, <http://www.espon.lu/>.

⁵²⁵ Commission Européenne et DG Politique Régionale (2004). Rapport intérimaire sur la cohésion territoriale (Résultats préliminaires des études de l'ORATE et de la Commission Européenne, 103 p.), <http://europa.eu.int>, page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". **Consulté en 2005**.

rééquilibrage des modes qui composent le réseau européen dans une intégration des réseaux nationaux à l'échelle européenne. On est dans un contexte où la France est dans l'Europe⁵²⁶. Ainsi, sur la base du polycentrisme, on veut favoriser la mobilité entre les centres⁵²⁷ et permettre une meilleure structuration des territoires.

A partir de l'ensemble de ces éléments, si la politique intermodale s'inscrit sur le long terme sur le plan du discours avec l'intermodalité considérée comme un « outil » de planification, comme on l'a souligné dans le chapitre précédent, la mise en pratique du raisonnement intermodal s'effectue ponctuellement, là où les opérateurs considèrent qu'elle est préférable à la stratégie monomodale qu'ils appliquent partout ailleurs.

⁵²⁶ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

⁵²⁷ ORATE-ESPON (2004). Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion (2002-2004) Project 1.2.1 (*Réseaux et services de transport : Tendances territoriales et offre d'infrastructures pour la cohésion territoriale*), http://www.espon.lu/online/documentation/projects/thematic/thematic_17.html. Consulté en 2005.

Conclusion Deuxième Partie

Au terme de cette deuxième partie, nous arrivons à un certain nombre de constats et de résultats. La caractérisation de l'intermodalité initiée dans le chapitre 4, nous a amenée à recenser l'ensemble des définitions de ce terme et à faire apparaître trois visions : celle des usagers, celle des opérateurs et celle des politiques. On a également mis en évidence le fait que le territoire apparaît en toile de fond. Dans ce même chapitre, avant de proposer notre propre vision de l'intermodalité, nous avons souhaité définir les notions voisines. Ainsi, la synthèse que nous avons effectuée, nous a conduite à présenter un développement méthodologique complémentaire pour caractériser l'intermodalité selon trois composantes : celle de l'organisation, celle du lieu et celle de l'usage. Nous avons ensuite mis en évidence le fait que dans la problématique de l'articulation réseau – territoire et dans la vision proposée de l'intermodalité, il nous fallait inclure une dimension supplémentaire, celle du territoire, que nous avons formulée dans un essai de représentation du système intermodal des grandes vitesses.

Le chapitre 5 a été introduit avec l'idée que la complémentarité des modes était le plus souvent le fait de la seule volonté des opérateurs. Nous avons ainsi mis en opposition la stratégie monomodale des opérateurs qui adoptent un raisonnement intermodal ponctuel et le discours politique qui présente l'intermodalité comme un enjeu. Il a également été question dans ce chapitre, de placer l'intermodalité comme un élément de la modification de la chaîne de transport. Pour cela, on a montré le fonctionnement et décrit l'articulation aéro-ferroviaire, à l'aide de plusieurs exemples. On a enfin réalisé l'inventaire des systèmes intermodaux dans un essai de typologie des pôles air-fer en Europe.

Le chapitre 6 est parti de l'idée que l'intermodalité pouvait être considérée comme un enjeu des politiques de transport et des politiques d'aménagement du territoire. Dans cette perspective, on a mis en avant l'évolution progressive des politiques nationale et européenne et la présence de plus en plus affirmée de la question de l'articulation réseau – territoire. Nous avons montré que ces politiques qui font de l'intermodalité un mot clé, font souvent apparaître le terme sans l'inclure concrètement dans le

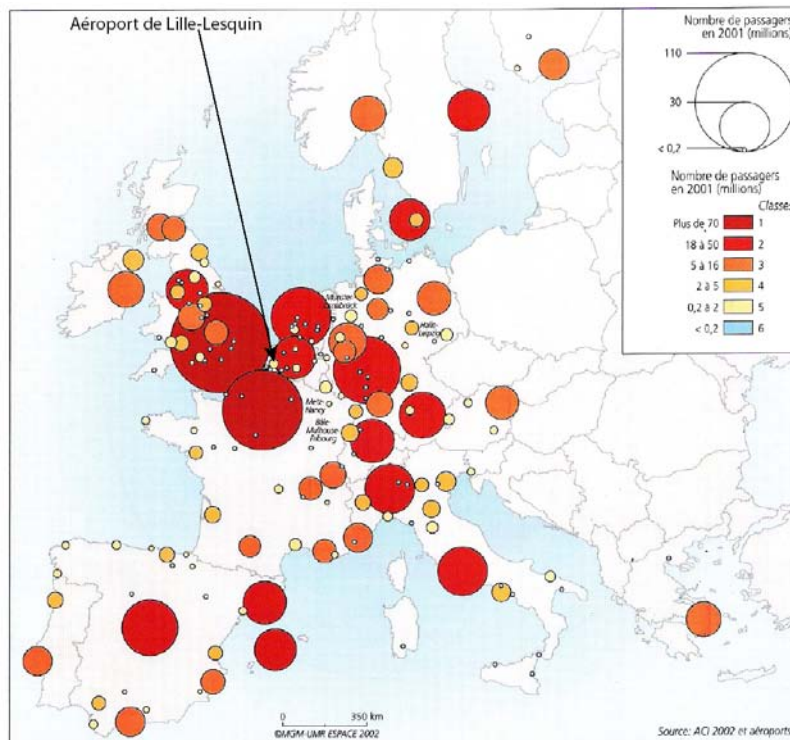
discours ni dans la description des projets ou des recommandations. Par conséquent, on a souligné l'idée que la coopération des acteurs en matière de développement territorial en ce qui concerne les transports exprime mal les impacts territoriaux de l'intermodalité préconisés par les différents outils et les politiques décrites.

La conception de ces politiques tournée vers trois éléments – les interactions entre territoires, la perspective d'un développement polycentrique ou encore une organisation du territoire fondée sur la coopération interrégionale – nous a permis de montrer les incohérences entre une représentation monomodale des services de transport et les discours et les préconisations qui plébiscitent une vue intermodale voire multimodale des systèmes de transport.

Dans notre volonté d'envisager la contribution des systèmes de transport rapides au rayonnement métropolitain, on doit réaffirmer la nécessité d'adopter un raisonnement multi-échelles et multimodal pour évaluer la performance des chaînes de transport et ses conséquences sur l'organisation et la structuration des territoires.

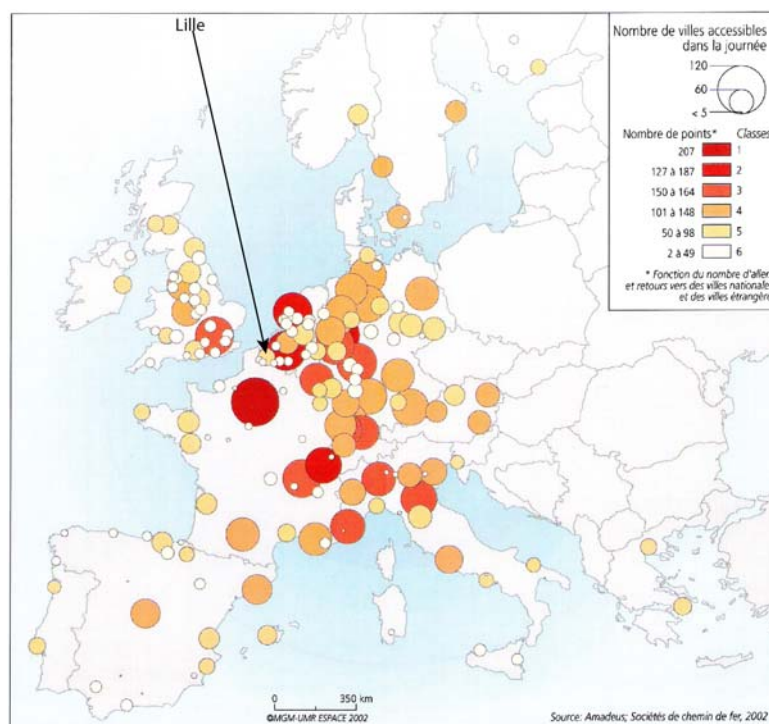
Actuellement, l'évaluation du rayonnement des métropoles est réalisée en fonction de plusieurs indicateurs. Si on se reporte à l'analyse des travaux de Céline Rozenblat pour la DATAR, travaux repris dans l'appel à coopération métropolitaine, parmi les 15 indicateurs mesurant le rayonnement des villes européennes, 2 indicateurs se rapportent au transport.

Ces travaux proposent de retenir les trafics (des modes aérien et maritime), carte 12 et le potentiel d'échange des villes sous la forme d'une analyse de l'accessibilité des agglomérations, carte 13, en fonction du nombre des allers-retours possibles dans une journée en avion ou en train.



Carte 12 : Le Trafic de passagers des aéroports en 2001⁵²⁸

Ainsi, ces deux indicateurs privilégient une logique d'équipement, où le rayonnement de la ville se construit par la possession d'un aéroport structuré en hub et par le lien au réseau TGV.



Carte 13 : L'Accessibilité des agglomérations⁵²⁹

⁵²⁸ Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). Les Villes européennes : Analyse comparative. Paris, DATAR.

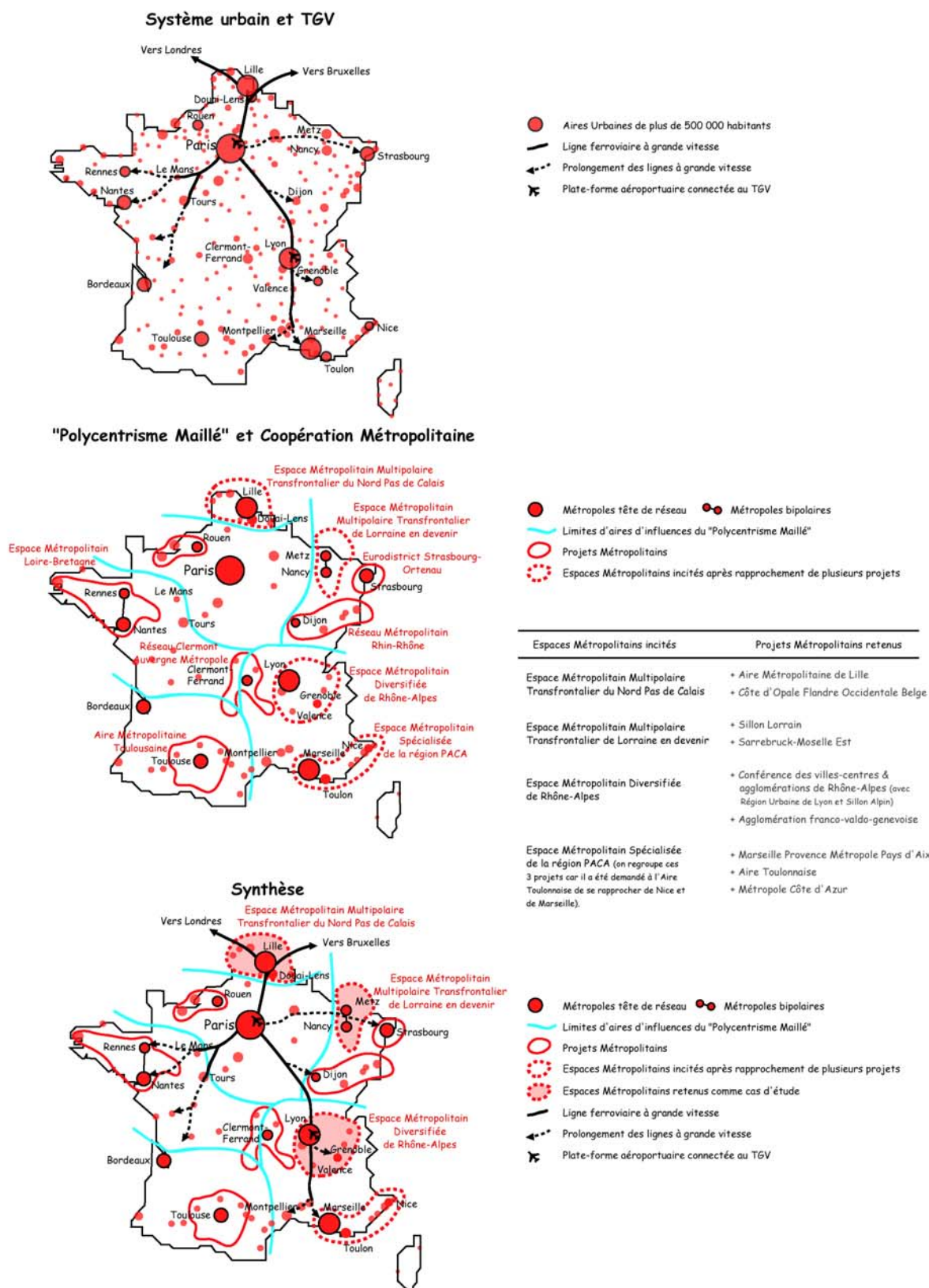
Cependant, ces indicateurs monomodaux retenus comme des outils de mesures du rayonnement externe des villes posent questions dans les résultats qu'ils font apparaître.

Le volume de trafic ne brouille-t-il pas le message du rayonnement en rendant compte trop largement des villes disposant d'aéroports structurés en hub ? De ce fait, l'image proposée par la carte ne sous-évalue-t-elle pas le rayonnement des villes non structurées en hub, mais qui y sont bien reliées ?

Le deuxième indicateur portant sur le potentiel d'échanges des villes dans une vision monomodale superposée du train et de l'avion, reste-il pertinent si on inscrit cette même analyse dans une vision intermodale voire multimodale des chaînes de transport ?

Ces deux cartes où l'on souligne la performance de la ville de Lille, nous renvoient à cette série de questions et nous permet d'émettre l'hypothèse selon laquelle en gardant une vision monomodale, basée sur une logique d'équipement, on ne rend pas compte le rayonnement réel de la ville. Ainsi, on propose de repartir des éléments qu'on a pu mettre en avant jusqu'à maintenant et qui aboutissent à la série de cartes suivantes.

⁵²⁹ Ibid.



Carte 14 : Inscription des agglomérations françaises dans un polycentrisme des aires métropolitaines

Le territoire national est d'abord représenté par son système urbain et le réseau TGV. On veut souligner sur cette première carte ce qui a pu être dit dans la première partie du travail. On veut montrer que les aires urbaines françaises de plus de 500000 habitants sont desservies par la grande vitesse ferroviaire et que ce mode de transport rapide doit être intégré dans les mesures de rayonnement des villes.

La deuxième carte proposée ici représente les projets de coopération métropolitaine et le polycentrisme maillé que l'on a mis en perspective toujours dans la première partie de notre travail.

Cette comparaison nous a permis d'illustrer les travaux de la DATAR⁵³⁰ « prônant » le scénario du polycentrisme maillé et la réponse basée sur le volontariat des grandes aires urbaines françaises à l'appel à coopération métropolitaine lancé par la DATAR⁵³¹ qui fait suite au scénario du polycentrisme maillé.

Finalement, la carte montre que les grands ensembles du polycentrisme maillé couvrant l'ensemble du territoire ne sont pas toujours en cohérence avec les coopérations réelles, car les projets métropolitains renvoient à un polycentrisme des aires métropolitaines.

La troisième carte fait le lien entre les deux autres : on peut remarquer que la quasi-totalité des espaces métropolitains est desservie par le mode ferroviaire à grande vitesse, ou le sera si on considère la mise en service prochaine du TGV-Est.

Sur la première carte, on a choisi de ne faire apparaître que les plates-formes aéroportuaires connectées au TVG, plates-formes qui sont aussi intégrées dans la carte de synthèse.

On a choisi de ne faire apparaître ces infrastructures que si elles constituent des plates-formes multimodales de réseaux rapides. Notre hypothèse générale de travail étant que les grandes vitesses font la métropole – les espaces métropolitains, on veut envisager la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires.

Pour cela, comme le montre la dernière carte, on va tester cette hypothèse sur des projets d'espaces métropolitains. L'idée centrale étant que pour mesurer l'espace de pertinence de l'articulation du ferroviaire à grande vitesse et de l'aérien, on met en

⁵³⁰ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement. Paris, La Documentation Française.

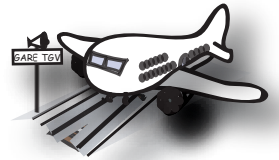
⁵³¹ DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises. Paris, DATAR.

scène des espaces métropolitains mais aussi des villes exclues de ces espaces, que l'on va étudier sous l'angle du rayonnement. Ainsi, dans cette perspective qui nous inscrit dans la vision multimodale d'un système intégré de transport rapide et dans une logique d'organisation, on pose plusieurs hypothèses :

Première hypothèse : Une métropole, tête de réseau, peut rayonner en allant chercher l'ouverture hors de son espace métropolitain.

Deuxième hypothèse : Les polarités secondaires des espaces métropolitains peuvent bénéficier de la même ouverture que la métropole, tête de réseau.

Troisième hypothèse : Des villes, non inscrites dans des espaces métropolitains peuvent trouver par la présence du système des grandes vitesses une ouverture de type métropolitain.



Accessibilité Intermodale

et

Constructions Territoriales



Troisième Partie : Accessibilité intermodale et constructions territoriales

Introduction

Les hypothèses de travail énoncées en conclusion de deuxième partie, nous interrogent sur la méthode de travail à appliquer, pour apprécier la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la possibilité de rayonner des métropoles. Notre ambition qui est ici de définir la performance territoriale des réseaux de transport à grande vitesse dans une vision multimodale sera articulée autour de trois chapitres.

Ainsi, dans un premier temps, on propose de s'intéresser aux outils de mesure de l'accessibilité multimodale en Europe. Ce premier chapitre a pour objectif une description des analyses de l'intermodalité à longue portée, la définition des outils de modélisation retenus et la présentation de ces outils pour l'analyse.

Le deuxième chapitre, propose de définir le système territorial qui sera analysé ainsi que les méthodes de recueil de données et leurs traitements.

Le troisième chapitre s'inscrit comme un chapitre de résultat. Il a pour objectif de mettre en scène nos hypothèses de travail et de mesurer l'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse dans le rayonnement des espaces métropolitains mais aussi des villes « exclues » de ces espaces de coopération.

Chapitre 7 : Les outils de mesure des propriétés spatio-temporelles des réseaux adaptés à l'accessibilité air-fer en Europe

Introduction

L'objet de ce chapitre est de parvenir à déterminer une méthode d'analyse de l'offre multimodale de transport à l'échelle européenne. Dans cette perspective et dans un premier temps, on se propose de définir les outils qui sont mobilisés dans les travaux existants. On propose d'explorer trois méthodes qui ont mis en avant une analyse de l'intermodalité à longue portée.

À partir de ces descriptions, dont on aura étudié la méthode et les résultats, on va formuler la possibilité de retenir l'une ou la totalité d'entre elles pour mesurer la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse.

L'exploration de ces trois méthodes, nous conduira, dans un deuxième temps, à valider l'utilisation du graphe comme outil principal. Nous procéderons également à la détermination et la présentation du support, MapNod, de la modélisation pour ensuite proposer les trois approches complémentaires qui nous serviront à mesurer l'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires.

1. Évolution des analyses de l'intermodalité à longue portée

Nous nous sommes fixé comme objectif d'apprécier le rayonnement externe des villes à travers des mesures qui considèrent des chaînes multimodales, c'est-à-dire des chaînes qui soient complètes alliant monomodalité ou intermodalité.

Pour cela il est pertinent de construire des représentations uniques qui évitent le recours à des visions superposées de cartes distinctes, par modes ou par combinaisons de modes. On recense un certain nombre de travaux réalisés sur les chaînes intermodales et mettant en avant plusieurs méthodes d'analyses. On fait le choix, dans un premier temps de présenter ces méthodes en fonction des logiques d'analyses adoptées.

Dans un deuxième temps, partant des travaux de Laurent Chapelon sur l'évaluation des chaînes intermodales de transport, nous allons valider la méthode d'analyse basée sur le graphe comme un outil d'évaluation des chaînes multimodales. Néanmoins, on n'écarte pas les autres méthodes d'analyses puisque nous verrons que celle de Jean Varlet a été intégrée dans la deuxième partie de notre travail et que celle de Philippe Menerault et Vaclav Stransky sera incluse au cours de la troisième partie et étendue pour servir la démonstration qu'on souhaite réaliser.

1.1 Méthode d'analyse de l'intermodalité (la chaîne de transport)

Nous avons choisi de partir de plusieurs définitions de l'intermodalité que nous avons enrichies d'un développement méthodologique complémentaire fondé sur l'existence de plusieurs composants qui caractérisent l'intermodalité. Ainsi, l'intermodalité a été étudiée à travers trois composantes : organisation, lieu et usage, complétée d'une dimension territoriale. Cette caractérisation de l'intermodalité nous a permis d'appréhender les articulations intermodales à l'échelle spatiale mais surtout de ne pas nous borner à une définition unique ; on a gardé la diversité des points de vue.

Dans cet état de l'art des définitions de l'intermodalité, qui figure dans la deuxième partie de notre travail de recherche, on recense différentes méthodes d'analyse qui mettent en évidence plusieurs approches de l'intermodalité. Les approches considérées ici sont au nombre de trois. Elles sont représentatives de différents

angles d'attaque que l'on trouve dans la littérature. La première, fait référence aux travaux de Jean Varlet qui analyse l'articulation des modes dans une logique d'équipement et une logique d'organisation des acteurs autour de l'articulation. La deuxième approche que nous exposons est celle de Philippe Menerault et Vaclav Stransky. Ils analysent l'offre de transport dans une logique de services. Enfin, la troisième approche considérée est celle de Laurent Chapelon qui adopte elle aussi une logique de services autour de l'évaluation spatiale et temporelle des chaînes intermodales de transport. Nous allons exposer cette série de travaux selon le plan suivant : il s'agit premièrement d'établir un constat sur la méthode proposée, puis d'en énoncer le ou les questionnement(s) et hypothèses quand elles sont présentées. Troisièmement, notre objectif est d'exposer la méthode avec la ou les justification(s) qu'apportent les auteurs. Enfin, il sera question de discuter ces méthodes en mettant en avant les critiques et/ou les avantages de celles-ci par rapport à notre sujet.

1.1.1 L'analyse de l'intermodalité de Jean Varlet

Jusqu'à présent nous nous sommes beaucoup appuyée sur les travaux de Jean Varlet, pour d'une part définir la notion d'intermodalité et d'autre part en partant de sa définition du trinôme d'interconnexion, construire notre propre raisonnement sur la possibilité de concevoir et représenter à une échelle plus fine ce trinôme. Nous avons développée et représentée cette idée avec la construction successive de plusieurs schémas intitulés, « Essais de représentation d'un système intermodal des grandes vitesses ». Nous avons constatée que dans l'analyse qu'on souhaite mener le trinôme d'interconnexion nous borne à la relation ville-aéroport, du moins dans la représentation. Nous avons donc choisi avec cette nouvelle représentation d'élargir la perspective à une relation villes-aéroport. Cependant, dans la proposition faite de représenter le trinôme à une échelle plus fine allant dans le détail des dessertes de l'aéroport, l'interrogation n'a pas porté sur la méthode d'analyse que Jean Varlet a utilisé pour construire son raisonnement sur les trinômes. Nous souhaitons maintenant aborder cette question.

Sur le constat d'une mobilité grandissante et de la fonction transport devenue « *un élément banal et indispensable de la vie quotidienne* »⁵³², Jean Varlet rappelle la libéralisation du secteur aérien qui sous-tend l'ouverture des marchés, les innovations technologiques en nombre de ces dernières décennies et l'essor du trafic. Il pose les bases de son travail, en rappelant la nécessité d'un rééquilibrage des modes de transport qui conduit à promouvoir les transports collectifs au détriment des transports individuels et à la promotion de la complémentarité des modes.

Il problématise son propos autour de trois séries de questions qui reprennent les idées énoncées ci-dessus :

Premièrement, il s'interroge sur les mutations technologiques et juridiques et l'impact de ces mutations sur la stratégie des opérateurs de transport. Il se demande, dans ce cadre, comment l'évolution des réseaux peut améliorer voire modifier l'offre de services de transport entre les métropoles.

Deuxièmement, il se pose la question de l'organisation de l'interconnexion des réseaux à l'échelle de la ville.

Enfin, la troisième grande question interroge les effets de l'interconnexion des réseaux sur l'organisation du territoire. L'idée posée au départ étant que les modes de transports rapides et leurs interconnexions vont privilégier certaines entités urbaines, les métropoles, ceci accentuant la concurrence entre ces objets urbains.

Localisée sur l'Europe occidentale, soit 12 états membres (en 1989-1990) de l'actuelle Union Européenne, avec l'Autriche et la Suisse, l'étude a été réalisée, entre 1989 et 1990, sur les agglomérations de plus de 200 000 habitants et ayant un poids économique ou européen les amenant à prétendre au titre d' « *Eurocités* ». Le nœud a un rôle majeur dans son analyse.

La méthode de travail qu'il adopte s'appuie sur la recherche bibliographique autour de l'articulation des modes en un même lieu, s'intéressant plus particulièrement aux modes en présence et à l'équipement en infrastructure de ces lieux intermodaux. La méthode s'appuie aussi sur la réalisation d'enquêtes, qui fait référence à une logique organisationnelle de ces lieux de l'articulation des modes de transport, enquêtes réalisées auprès des acteurs du transport d'une part et des acteurs économiques et politiques d'autre part (Chambre de Commerce et d'Industrie, Conseils Régionaux,

⁵³² Varlet, J. (1992). L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective. Paris, ITA: 162.

DATAR, Université...). L'idée générale du document est de présenter l'évolution des modes aérien et ferroviaire à grande vitesse et de faire l'analyse des interconnexions et de leurs conséquences sur les territoires ainsi que de décrire les logiques qui sous-tendent ce processus.

Après avoir constaté les possibilités offertes par l'arrivée du réseau ferroviaire à grande vitesse, Jean Varlet souligne les interrelations entre modes ou les relations de concurrences et de complémentarités intermodales sont exprimées à travers la menace que représente le réseau TGV pour le transport aérien. Le constat reste pourtant celui-ci : « *tout en étant concurrentiels, ces modes de transport deviennent de plus en plus complémentaires et intégrés dans un seul système de transport [...]* C'est bien leur interconnexion globale à l'échelle locale qui devient essentielle et nécessaire ». La question que se pose Jean Varlet à partir de là est de savoir « *comment les interconnexions sont-elles effectivement réalisées ou prévues dans les diverses métropoles ?* ». Pour y répondre et avant de représenter ces interconnexions, l'auteur propose la notion de trinôme d'interconnexion et définit également les notions de connexion et d'interconnexion que nous souhaitons rappeler ici⁵³³.

La connexion reflète le lien établi entre deux nœuds ou relations d'un même mode. A cet égard, l'auteur fait mention de l'interconnexion TGV qui est en fait une connexion de plusieurs lignes TGV, en l'occurrence trois lignes, que nous avons précédemment nommé ligne « d'intraconnexion » TGV soulignant le lien de plusieurs liaisons TGV en un lieu. Jean Varlet établit aussi, pour l'aérien que la connexion désigne le reflet du prolongement d'une liaison aérienne avec escale.

Il caractérise ensuite l'interconnexion comme la mise en relation d'au moins deux modes de transport différents. Il s'agit d'établir la connexion entre les modes et d'aménager les ruptures de charge issues du changement de mode de transport.

Cette définition est assimilable aux définitions minimales de l'intermodalité traitées dans la deuxième partie de la thèse. Il insiste sur le fait que l'interconnexion a vocation à « *bâtir tout ou partie d'un système intégré de transports* ». C'est ensuite grâce à un travail d'observation des connexions et des interconnexions rencontrées sur le terrain d'étude que Jean Varlet introduit la notion de trinôme d'interconnexion, également traité dans la deuxième partie de la thèse. Le trinôme correspond à une

⁵³³ Ces notions sont traitées dans le chapitre 4 de la deuxième partie.

situation de référence qui est issue d'une part de la construction du réseau ferroviaire à grande vitesse et d'autre part de la réorganisation du trafic aérien, il se compose de trois éléments : une plate-forme multimodale urbaine, une plate-forme multimodale aéroportuaire et une liaison rapide mise en place entre les deux plates-formes. Une fois la situation de référence du trinôme construite, Jean Varlet propose de le décliner, ce qui renvoie à la classification de celui-ci.

Le réseau et le nœud constituent l'entrée de son étude. Jean Varlet distingue trois niveaux dans le trinôme d'interconnexion : complet, incomplet et absent. Il décompose donc le trinôme et insiste sur l'idée qu'est trinôme complet ou incomplet le territoire qui possède le lien ferroviaire entre la ville (système urbain) et l'aéroport (système aéroportuaire) ou entre les villes (quand l'échelle de desserte le permet) et l'aéroport. Ainsi, il poursuit son analyse en détaillant chaque niveau de trinôme et en recensant les villes concernées.

On trouve donc au premier niveau, le trinôme complet. Il renvoie à une interconnexion réussie⁵³⁴. Dans le trinôme complet, il y a, sur la plate-forme aéroportuaire, trois modes de transports rapides qui s'interconnectent aux différentes échelles : internationales, nationales et régionales avec l'avion, les trains à grande vitesse et classiques et l'autoroute. Au moment de la réalisation de son étude (entre 1989 et 1990), Jean Varlet décrit le trinôme complet et notamment les éléments qui composent la plate-forme aéroportuaire comme un « *pôle de correspondances entre transport aérien et ferroviaire (classique, à grande vitesse et régional)* »⁵³⁵. Le problème que l'on peut souligner c'est qu'à ces deux dates, la présence des trois niveaux de services ferroviaire évoquée est discutable pour les plates-formes aéroportuaires qui sont qualifiées de trinôme complet, notamment en ce qui concerne la présence de la grande vitesse ferroviaire au sein même des aéroports, ce qui nous renvoie à la question des grandes vitesses. La façon dont Jean Varlet nous propose le trinôme complet, implique la nécessité pour la plate-forme aéroportuaire de disposer des trois niveaux de services ferroviaires (classique, à grande vitesse et régional). Dans une réactualisation de ses travaux⁵³⁶ proposée en

⁵³⁴ Varlet, J. (1994). L'Interconnexion, un concept d'organisation de l'espace. *Villes et transport*. Paris. 1. Tome 1.

⁵³⁵ Varlet, J. (1992). L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective. Paris, ITA: 162.

⁵³⁶ Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." *Flux* 41: 5-16.

2000 dans un article ayant pour objectif de procéder à une mise au point sur la terminologie à adopter, il répond à notre interrogation sur le fait de posséder ces trois niveaux de services au cœur d'un aéroport. En effet, si la plate-forme doit permettre l'articulation à toutes les échelles, les trains qui desservent l'aéroport sont classiques ou à grande vitesse ou encore des trains régionaux.

Au deuxième niveau, on a le trinôme dit incomplet. Ici, au moins un des trois éléments du trinôme initial est défaillant et on recense plusieurs cas de figures. Par exemple, on peut être en présence d'une simple liaison ville-aéroport, où l'aéroport est doté d'une gare mais n'est pas connecté efficacement à l'ensemble du réseau ferroviaire.

Le troisième niveau du trinôme est celui qui illustre des interconnexions manquées et c'est dans ce niveau que l'on recense le plus grand nombre de métropoles. Jean Varlet fait ici référence à des trinômes qui fonctionnent mal, où la liaison ville-aéroport est de mauvaise qualité, ou bien implique des changements, ou encore, là où souvent il n'y a pas de lien ferroviaire avec l'aéroport.

Au final de cet inventaire des trinômes, Jean Varlet cartographie l'ensemble de ses résultats dès 1990 et nous propose l'ossature du réseau intégré des systèmes de transport rapides en Europe qui sera étoffée notamment en 2000. À cette même date, il revient sur l'évolution du nombre de trinôme d'interconnexion en Europe occidentale et nous propose le tableau suivant, extrait de l'article sur les « *Dynamiques des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique* »⁵³⁷ :

	1980 – 1987	1990 – 1995	1996 - 2000	1980 – 2000
Trinôme intégral	4	8	10	X 2,5
Trinôme incomplet	3	12	18	X 6
Total	7	20	28	X 4

Tableau 10 : Évolution du nombre de trinômes d'interconnexion en Europe occidentale⁵³⁸

Finalement, après l'examen des travaux de Jean Varlet, la logique adoptée est une piste intéressante pour définir la notion d'intermodalité, approche que nous avons mobilisée dans les parties précédentes notamment dans la définition des termes liés au sujet et dans la construction d'une typologie des nœuds aéro-ferroviaire en Europe. Par rapport à l'objectif de notre analyse, il nous faut rechercher une ou plusieurs autres méthodes qui vont au-delà des logiques techniques et

⁵³⁷ Ibid.

⁵³⁸ Ibid.

organisationnelles autour de l'articulation des modes de transport et qui conduisent à une évaluation de l'offre de transport des chaînes intermodales. L'avantage de cette méthode reste de pouvoir établir une liste exhaustive de ces nœuds aéro-ferroviaire à grande vitesse avant de pouvoir les analyser. On se base alors sur l'analyse proposée par Philippe Menerault et Vaclav Stransky qui part de l'idée que l'analyse de l'offre de transport ne peut s'arrêter à une vision monomodale ou une vision superposée de plusieurs modes.

1.1.2 L'analyse de Philippe Menerault et Vaclav Stransky⁵³⁹

Dès le départ, l'objectif fixé et / ou affiché par les auteurs part du constat énoncé ci-dessus : une analyse de l'offre de transport ne peut s'arrêter à ne considérer que l'offre monomodale. Cette idée que nous avons aussi démontrée au cours de notre analyse, prend pour exemple l'agglomération lilloise dans leurs travaux.

Pour démontrer l'incohérence de ne garder que la vision monomodale comme seul élément représentatif de l'accessibilité d'une ville, Philippe Menerault et Vaclav Stransky prennent l'exemple de Lille en soulignant la coupure du lien aérien entre l'agglomération lilloise et la capitale en possession de deux aéroports majeurs : Roissy Charles de Gaulle et Orly. Ils soulignent le remplacement de la liaison aérienne par la mise en place de la ligne TGV Nord qui relie Lille à la capitale mais aussi à l'aéroport de Roissy CDG.

La première question qu'ils se posent est la suivante : « Roissy ne peut-il faire figure de second aéroport lillois, même pour les liaisons domestiques ? ». Ils insistent ensuite sur cette incohérence, formulée ci-dessus, en soulignant qu'il est illogique de considérer les transferts monomodaux et ne pas tenir compte de ces mêmes transferts pour des trajets intermodaux alliant ferroviaire à grande vitesse et aérien.

Plusieurs interrogations vont alors guider leurs propos. Premièrement, pourquoi ne pas donner plus de poids à la représentation de ce type d'intermodalité ? Deuxièmement, comment représenter ce lien intermodal Lille – Roissy en soulignant l'apport de cette association en termes de services ?

L'hypothèse qu'ils posent, concerne la pertinence de la complémentarité des deux offres de transport. La méthode est alors simple, basée sur une série de questions

⁵³⁹ Menerault, P. et Stransky, V. (1999). "La Face cachée de l'intermodalité : Essai de représentation appliquée au couple TGV/AIR dans la desserte de Lille." Les Cahiers Scientifiques du Transport(35): 29-53.

qui font cette méthode. Les auteurs se demandent alors dans quelle mesure les offres aériennes de Lille Lesquin et de Roissy CDG sont-elles comparables et sont-elles complémentaires ?

De plus, dans le cas de la complémentarité des offres, ils s'interrogent sur l'optimisation de celle-ci : l'optimisation est-elle vérifiable et se traduit-elle par une amélioration de l'offre intermodale ?

Dans le but de répondre à ces questions, les auteurs proposent une analyse systématique des vols domestiques au départ de Lille Lesquin et de Roissy CDG. Ils examinent le nombre de vols quotidiens et les horaires de ces vols. Dans un deuxième temps, ils fixent des conditions : le premier choix qu'ils opèrent relève d'un aspect temporel qui génère des conséquences sur l'information recueillie. Ils décident, premièrement de ne considérer que les trajets ou le temps de transport est minimisé. A cette première condition, ils choisissent de ne pas tenir compte des départs espacés de moins de 45 minutes l'un de l'autre : si sur une relation A – B on a trois vols qui partent entre 13h00 et 13h40, on ne comptera qu'un vol, cela revient à faire abstraction de l'analyse la capacité. Enfin, ils ne prennent pas en compte la variable prix, le temps de transport primant sur cette dernière variable, ce qui sera également le cas dans la suite de l'analyse.

La deuxième série de choix opérée par les auteurs concerne le mode ferroviaire et s'intéresse au TGV reliant Lille et l'aéroport de Roissy CDG. Ils fixent là encore une limite temporelle pour ne considérer que les TGV d'une heure, ou moins, entre Lille et Roissy et dans ce sens de circulation. Cette première condition revient à écarter tous les TGV qui ne sont pas directs entre Lille et CDG.

L'offre considérée concerne celle d'un jour ouvrable comme pour l'offre aérienne. Enfin, la dernière condition fixée s'intéresse au temps de connexion qui va être compris entre 20 minutes (limite inférieure) et 1 heure (limite supérieure). La méthode de travail adoptée par Philippe Menerault et Vaclav Stransky confirme leur volonté d'analyser le service de transport en considérant les chaînes de transport monomodale et intermodale.

Par rapport à notre objet d'étude on peut d'ores et déjà avancer que la méthode qu'ont choisie les auteurs est une piste dans ce que nous cherchons à démontrer. L'avantage réside dans l'étude par axe qui nécessite de notre part un travail d'inventaire pour choisir les axes à analyser, travail que nous avons envisagé au

cours des chapitres précédents au croisement de la métropolisation et des systèmes de transport. Ce travail « d'inventaire », également évoqué dans le point précédent, considère l'analyse de Jean Varlet comme une piste sérieuse pour établir une liste exhaustive des nœuds aéro-ferroviaire à grande vitesse et peut constituer un point de départ dans le choix des axes à analyser.

Cependant, notre analyse conduite à l'échelle de l'Europe et non à l'échelle nationale, comme il est question dans l'analyse de Philippe Menerault et Vaclav Stransky, suppose le traitement d'une grande quantité d'informations, notamment dans la manipulation des horaires, qui manuellement semble dès maintenant problématique. Néanmoins, avant d'écarter ou de garder cette méthode on doit aller plus loin dans leur analyse pour discuter des résultats et des conclusions obtenues.

La série de mesures, fournie par Philippe Menerault et Vaclav Stransky répond aux objectifs fixés au départ. On obtient une connaissance de l'offre existante à l'instant *t*. Dans les résultats obtenus par Philippe Menerault et Vaclav Stransky, on visualise premièrement l'offre aérienne et la couverture nationale des deux aéroports considérés dans l'étude.

On voit aussi la fréquence quotidienne qui permet d'établir une hiérarchie des villes desservies. Les résultats obtenus montrent qu'en matière de couverture du territoire national, Lille-Lesquin offre une desserte possible vers 26 villes alors que Roissy CDG ne dessert que 17 villes françaises, rappelons ici que Roissy CDG effectue une grande majorité de ses missions sur des vols moyens et long courriers et donc l'aéroport est spécialisé sur les destinations européennes et internationales. Par contre, en termes de fréquence, les résultats montrent que au départ de Roissy CDG, 59% des villes desservies le sont plus de trois fois par jour, seulement 11,5% des villes desservies le sont plus de trois fois par jour au départ de Lille-Lesquin.

La suite de l'analyse propose de vérifier la complémentarité et l'optimisation des offres et de l'améliorer. Ainsi, l'analyse faite par Philippe Menerault et Vaclav Stransky montre la modification de l'offre de transport en adoptant une vision intermodale au départ de Lille. De ces constatations, ils se demandent alors si la démarche est applicable à d'autres agglomérations. La généralisation de l'étude renvoie alors à plusieurs autres interrogations : quelles villes, sur quelles distances et quelles fréquences.

On doit réaffirmer tout l'avantage que représente cette méthode par rapport à notre objet d'étude. Néanmoins, on doit pointer aussi l'inconvénient majeur qui réside dans la masse des données à manipuler, pour le comptage des relations proposées au départ d'un aéroport. Ainsi, dans notre objectif de représenter l'articulation aéro-ferroviaire à grande vitesse dans une logique de service à l'échelle européenne au départ d'une ville, on va rapprocher l'analyse de Philippe Menerault et Vaclav Stransky de l'analyse des relations du réseau et simplifier leur méthode au niveau de la manipulation de la masse de données horaire pour étendre l'analyse à l'échelle européenne. Avant cela, une troisième approche, celle de Laurent Chapelon doit être explorée.

1.1.3 L'évaluation des chaînes de transport intermodales de Laurent Chapelon

L'approche proposée par Laurent Chapelon fait référence à plusieurs travaux dont des articles scientifiques et communications. La première référence que l'on a choisi d'exposer est une communication de 2003 dont l'objet est « L'évaluation des chaînes intermodales de transport : l'agrégation des mesures dans l'espace et le temps »⁵⁴⁰. Cette évaluation repose sur des mesures d'accessibilité.

La contribution de Laurent Chapelon s'articule autour de l'idée suivante : pour évaluer les chaînes intermodales de transport, il faut faire l'analyse des mesures d'accessibilité pour déterminer leurs atouts et leurs limites compte tenu des variations spatiales et temporelles de l'offre de transport intermodal.

L'auteur nous propose d'entendre l'accessibilité d'un lieu comme « *la plus ou moins grande facilité avec laquelle ce lieu peut être atteint à partir d'un ou de plusieurs autres lieux, à l'aide de tout ou partie des moyens de transports existants* »⁵⁴¹. Laurent Chapelon nous propose ensuite d'entendre la mesure de l'accessibilité comme la quantification de la facilité à accéder à un lieu à travers l'étude des durées d'un point à un autre. La durée qui sépare les lieux est évaluée en distance-temps ce qui implique dans le calcul une prise en compte des contraintes spatiales et temporelles. La distance-temps apparaît pour l'auteur comme la distance la plus pertinente pour mesurer l'écartement entre les lieux. Toute l'approche développée

⁵⁴⁰ Chapelon, L. (2003). Évaluation des chaînes intermodales de transport : l'agrégation des mesures dans l'espace et dans le temps. Colloque TILT 20 ans du G.R.R.T.1983-2003, Lille.

⁵⁴¹ Ibid.

visé à la minimisation de la distance-temps en analysant les modes de transport et les itinéraires empruntés par les usagers.

Avant de proposer des indicateurs susceptibles de répondre à nos interrogations, Laurent Chapelon met l'accent sur les contraintes spatiales et temporelles et les réponses méthodologiques à la caractérisation de ces contraintes spatio-temporelles dans la détermination des indicateurs d'accessibilité.

- Les contraintes spatiales : toute mesure d'accessibilité suppose une localisation précise d'un lieu que ce soit une ville, une gare ou un aéroport. Pour cela les coordonnées géographiques du lieu sont nécessaires. L'auteur souligne que dans le contexte de l'analyse d'une chaîne de transport, la localisation précise de la totalité du trajet effectué par l'utilisateur reste problématique.

En considérant que les lieux du transport ne sont pas des lieux d'habitation, il est nécessaire d'envisager une chaîne de transport de porte à porte dont la modélisation soit complète. Cela implique d'inclure les extrémités de chaînes, ou trajets terminaux, ou encore trajets de pré et post-acheminement, qui sont par ailleurs incontournables dans l'évaluation des chaînes intermodales au même titre que les trajets d'interconnexion entre les modes.

Ainsi, dans le cas d'un déplacement monomodal ou intermodal, on peut décomposer les itinéraires de la façon qui suit :

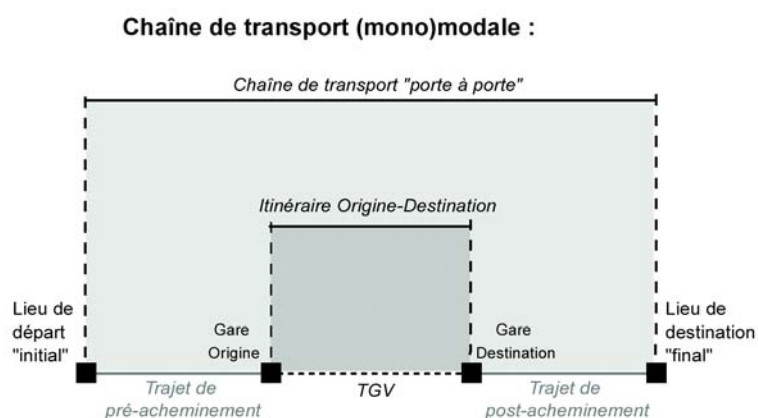


Figure 25 : Schématisation d'une chaîne de transport monomodale

Le schéma de la chaîne de transport monomodale montre qu'un travail sur un itinéraire ou une relation origine-destination ne prend pas tout le déplacement en compte. Cette même idée est renforcée dans la schématisation de la chaîne intermodale, ci-dessous.

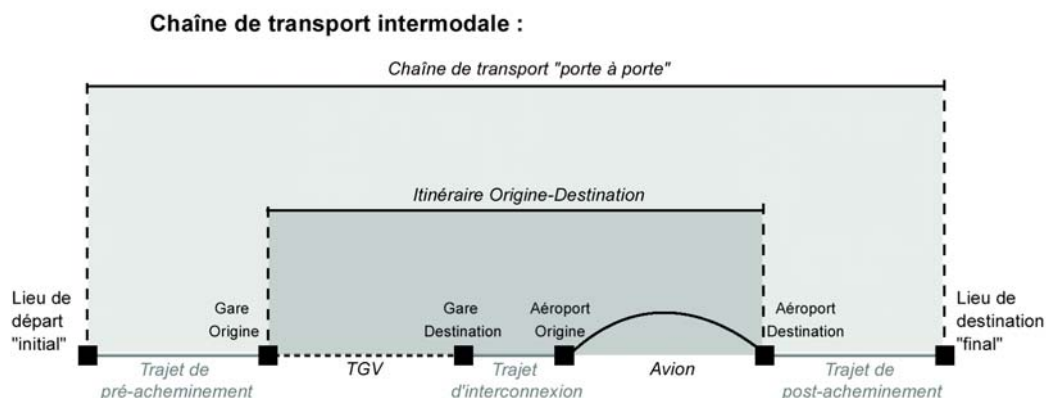


Figure 26 : Schématisation d'une chaîne de transport intermodale

En effet, la chaîne se complexifie au fur et à mesure que les modes utilisés se multiplient. Dans le schéma proposé, l'utilisation du TGV puis de l'avion amène à considérer, dans la chaîne de transport de porte à porte un trajet d'interconnexion qui ne peut être ignoré au même titre que les trajets de pré et de post-acheminement.

L'exemple donné par l'auteur appuie l'idée d'un raisonnement sur l'ensemble de la chaîne de transport : il explique qu'il faut le même temps entre Tours et la gare de Paris-Montparnasse (230 km parcourus en TGV) qu'entre le centre de Paris et l'aéroport de Roissy CDG (23 km parcourus en RER).

De plus, dans les études analysant les chaînes de transport et l'accessibilité des lieux, cette accessibilité correspond à un lieu unique (gare origine pour se référer au schéma) auquel on attribue un temps, que Laurent Chapelon qualifie de forfaitaire, qui correspond au temps de trajet de pré et/ou post-acheminement. L'auteur souligne que l'application d'un temps forfaitaire peut être validée lorsque l'analyse considère une grande quantité de lieux à étudier. Dans le cadre de l'étude d'un unique couple de lieux, l'application d'un temps forfaitaire se justifie nettement moins si on garde en tête l'exemple de la relation Tours – Paris et Paris – Roissy CDG. L'auteur en vient donc à promouvoir la modélisation d'un ou de plusieurs réseaux à l'aide de graphes qui sont associés à des calculs pratiqués sur ordinateur permettant une couverture à la fois large et fine de l'espace. Il poursuit en incluant les contraintes temporelles.

- Les contraintes temporelles : toute mesure d'accessibilité renvoie à un instant t . Au-delà de l'inscription spatiale de l'accessibilité, celle-ci renvoie aussi à un

moment, celui où elle est mesurée. Cette remarque est particulièrement vraie dans le cas des modes fonctionnant avec des horaires, dits modes à fonctionnalité temporaire. La temporalité est également valable pour les modes dits à fonctionnalité permanente qui sont eux influencés par des variations de l'occupation de l'infrastructure au cours de la journée, qui renvoient à des notions de saturation, d'encombrement du réseau.

Laurent Chapelon insiste alors sur l'idée qu'à toute mesure d'accessibilité on doit associer les éléments suivants : les coordonnées géographiques, la date, le jour et le moment de la mesure.

La prise en compte des contraintes spatio-temporelles dans l'évaluation des chaînes intermodales de transport, oblige l'auteur à revenir sur la méthodologie à adopter. Dans les contraintes spatiales liées aux mesures d'accessibilité Laurent Chapelon avait introduit l'emploi de la modélisation des réseaux à l'aide des graphes associée à des algorithmes de calculs pour une couverture à grande échelle de l'espace. Si on repart du schéma qui présente la chaîne de transport intermodale on comprend bien tout l'intérêt de modéliser l'ensemble de la chaîne de transport notamment en intégrant les trajets de pré et de post-acheminement et les trajets d'interconnexion.

L'intérêt du développement algorithmique dans la recherche d'itinéraires optimaux et la détermination d'indicateurs d'accessibilité intermodaux réside dans la possibilité de travailler sur plusieurs logiques de modélisation, insérant à la fois des modes à fonctionnalité permanente, comme les trajets pédestres ou les trajets en navette, et des modes de transport fonctionnant dans une logique horaire et dits à fonctionnalité temporaire, comme l'avion ou le train à grande vitesse. Ainsi, l'étape suivante porte sur la recherche d'un algorithme capable de répondre à la problématique des plus courts chemins est.

L'algorithme de référence est celui de Floyd, que nous aborderons plus en détail dans le point suivant. L'algorithme de Floyd a été retravaillé pour s'adapter et s'insérer dans une logique de traitement des horaires⁵⁴². Cet algorithme détermine directement, entre tous les couples de lieux, les plus courts chemins ou plus exactement « *les valeurs minimales de parcours (durées, kilométrages, coûts...)* »⁵⁴³

⁵⁴² Chapelon, L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire: Evaluation spatio-temporelle de l'offre de transport par modélisation multi-échelles des systèmes de transport. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 550.

⁵⁴³ Chapelon, L. et Bozzani, S. (2003). "L'Intermodalité air-fer en France : Une méthode d'analyse spatiale et temporelle." L'Espace Géographique **Tome 32**(n° 1): 60-76.

dans le graphe. Les résultats s'inscrivent en sortie « *dans autant de matrices de temps de parcours entre couples de lieux que d'instantes de mesure* »⁵⁴⁴.

L'auteur poursuit en indiquant que les mesures obtenues sont désagrégées et font référence à deux grandes familles d'indicateurs qui concernent d'une part les déplacements pour lesquels le temps de parcours constitue le socle et d'autre part des indicateurs qui concernent les « opportunités offertes à destination ».

Cette dernière idée permet à l'auteur d'exposer, dans le cadre de la deuxième partie de l'article, les indicateurs d'accessibilité en fonction de leur agrégation spatiale et temporelle. Dans le but de synthétiser les apports de cette communication, nous avons construit un tableau déclinant les indicateurs selon trois rubriques : la famille et le nom de l'indicateur, la définition de celui-ci, le type de représentation, les avantages et les inconvénients pour chacun des indicateurs présentés.

⁵⁴⁴ Chapelon, L. (2003). Évaluation des chaînes intermodales de transport : l'agrégation des mesures dans l'espace et dans le temps. Colloque TILT 20 ans du G.R.R.T.1983-2003, Lille.

Nom de l'indicateur	Définition	Type de représentation	Avantages et Inconvénients	
Déplacement	Accessibilité à l'instant t	Temps de parcours au départ ou à destination d'un lieu donné à un instant donné. Représentation unipolaire des valeurs désagrégées. Meilleur résultat au niveau temporel qu'au niveau spatial.	Cartes de temps de parcours représentées sous forme de cercles proportionnels ou en isolignes. Représentation sous forme graphique.	Avantages : grande lisibilité des cartes, pour le graphique l'avantage est de pouvoir mener une analyse fine sur un temps plus long. Inconvénients : la difficulté de mener des analyses fines avec les cartes, ce type de représentation nécessite de multiplier les cartes, soit le problème de l'intervalle de temps. L'inconvénient majeur de la représentation graphique est la limite du nombre des origine-destination qu'on peut inclure (jusqu'à une 15aine de courbes).
	Accessibilité sous contrainte de destination	Temps de parcours à partir d'un échantillon de lieux de destination avec plusieurs critères : démographiques, de trafic ou de services. On peut effectuer la même démarche sur les lieux d'origine.	Représentation sous forme graphique, on positionne sur les axes, les origines du déplacement (communes de plus de 2000 habitants) en fonction par exemple de la qualité de desserte (temps d'accès au diffuseur autoroutier).	Avantages : on contourne les contraintes spatiales. L'approche est discrète et indépendante de la dimension temporelle. Inconvénients : une fois l'analyse faite, on étend à tout l'espace par interpolation.
	Meilleur temps de parcours	Temps de parcours est traduit par la valeur minimale de l'accessibilité entre un couple de lieux et considère le fonctionnement optimal de la chaîne de transport dans un intervalle de temps donné.	La carte en isoligne est fréquemment utilisée ou on obtient la couverture complète de l'espace en valeurs d'accessibilité. Représentation sous forme graphique où on restitue en abscisse une échelle de temps et en ordonnée le pourcentage de surface ou de population accessible. On peut donc comparer les différents lieux sur le graphique.	Avantages : indicateur de synthèse, sa représentation est unipolaire mais on peut obtenir un indicateur multipolaire en pratiquant la somme des lignes et des colonnes de la matrice des meilleurs temps. Inconvénients : l'indicateur masque les variations temporelles
	Temps moyen de parcours	Le temps moyen de parcours à destination ou au départ de l'ensemble des lieux étudiés qui correspond à la somme en ligne ou en colonne de la matrice des durées de déplacements à un instant donné, pour chaque lieu étudié. C'est un indicateur multipolaire.	Représentations en cartes et sous forme graphique.	Avantages : on obtient une moyenne agrégée spatialement et temporellement. C'est un indicateur de synthèse qui compense l'agrégation des résultats. Inconvénients : définition précise des lieux de destinations, les résultats sont dépendants de leur densité. Le principal inconvénient est l'agrégation qui gomme les spécificités spatiales et temporelles de l'accessibilité.
Opportunités offertes à destination	Heure minimale d'arrivée et durée maximale disponible à destination	Indicateurs unipolaires qui évaluent de manière synthétique la performance des chaînes de transport collectifs. A partir de l'heure de départ de référence pour chaque lieu d'origine on calcule l'heure minimale d'arrivée. Extension du premier calcul la durée disponible à destination repose sur un intervalle de temps défini qui fixe une heure de départ et une heure de retour à ne pas dépasser soit le retour le plus tardif dans l'intervalle. Le calcul est lié au motif de déplacement, l'intervalle s'adapte au comportement de l'utilisateur.	Représentation cartographique en cercle proportionnel	Avantages : Évaluation des modes de transports collectifs. Pour l'heure minimale d'arrivée on obtient la possibilité d'étudier la qualité des services et on peut établir une hiérarchie des villes. Inconvénients : les limites des 2 indicateurs sont spatiales, la généralisation des résultats est difficile compte tenu du nombre de lieux, on fait donc appel au temps moyens de pré et/ou de post-acheminement vers ou depuis le noeud principal du mode emprunté, pour comparer et hiérarchiser.
	Nombre d'allers-retours possibles dans un intervalle de temps	Indicateur utilisé pour étudier la qualité des chaînes intermodales, intégrant des modes à fonctionnalité temporaire. Il recouvre toute l'information entre lieu d'origine et lieu de destination. Dans l'intervalle de temps fixé, on compte le nombre d'aller-retour que peut faire l'utilisateur. Plus le résultat est élevé, plus la qualité est bonne (fréquence, temps d'accès, positionnement sur la grille horaire). L'indicateur peut intégrer des contraintes : nombre d'heure à destination, temps d'attente maximum pour heure de retour, plage horaire pour heure de départ et de retour...	Représentation cartographique en cercle proportionnel, ou en flux pour cela on utilise des flèches pour exprimer la possibilité de faire des allers-retours, dans ce premier cas la flèche est à double sens, sinon, celle n'indiquant qu'un sens de circulation, exprime uniquement la possibilité de se rendre à destination sans pouvoir effectuer un retour dans l'intervalle de temps fixé.	Avantages : les résultats obtenus sont intéressants car l'indicateur explore tous les services dans l'intervalle fixé. L'analyse est unipolaire (relation vers un lieu de destination) et multipolaire (nombre d'allers-retours possibles vers tous les lieux de l'échantillon). Inconvénients : on se limite à travailler sur un échantillon de lieux car le calcul se base sur des origines-destinations. Un résultat synthétique et proche du comportement de l'utilisateur est difficile à obtenir et l'ajout de contrainte oblige à adapter l'indicateur à chacun des motifs de déplacement.

Tableau 11 : Indicateurs relatifs au déplacement et aux opportunités offertes à destination⁵⁴⁵

⁵⁴⁵ Ibid.

Du tableau, présenté ci-dessus, on fait ressortir les idées suivantes : pour mener à bien l'évaluation des chaînes de transport intermodales, on ne peut s'arrêter à un seul indicateur. En effet, on a pu voir que dans la mesure d'une accessibilité à l'instant t , il reste difficile de mener une analyse à grande échelle sans multiplier le nombre de représentations cartographiques, qui s'inscrivent dans un intervalle de temps, ou de représentations graphiques, avec comme limite que ce dernier indicateur reflète plus la dimension temporelle que la dimension spatiale.

Si on considère le meilleur temps de parcours, on a affaire ici à une mesure qui s'intéresse à l'accessibilité entre un couple de lieux en considérant le fonctionnement optimal de la chaîne de transport dans un intervalle de temps fixé au départ. On se trouve donc dans le cas d'un indicateur de synthèse où les variations temporelles se trouvent masquées, tandis que la dimension spatiale est mise en avant car on obtient dans le cadre d'une représentation en carte isoligne une couverture complète de l'espace.

En ce qui concerne la deuxième famille d'indicateurs, celle qui considère les opportunités offertes à destination, on a pu voir, là aussi, des limites spatiales dans les indicateurs qui calculent l'heure minimale d'arrivée ou encore la durée maximale disponible à destination.

Le nombre d'allers-retours possibles dans un intervalle de temps rend compte de la qualité des chaînes intermodales intégrant des modes de transport à fonctionnalité temporaire. Les caractéristiques de cet indicateur sont en premier lieu l'exploration de l'intégralité du service de transport dans l'intervalle de temps défini. Ensuite, l'indicateur permet une analyse unipolaire soit une relation vers un lieu de destination ou bien une analyse multipolaire, soit le nombre d'allers-retours possibles entre tous les lieux de l'échantillon. Le fait de devoir travailler sur un échantillon restreint de lieux constitue le premier inconvénient. De ce fait, on ne peut rendre compte précisément du comportement des usagers car cela implique d'insérer des contraintes pour exprimer les motifs de déplacement des usagers et donc d'adapter l'indicateur à chaque contrainte, deuxième inconvénient.

Finalement, le travail effectué par Laurent Chapelon met en avant les limites des indicateurs présentés ci-dessus qui opposent systématiquement des résultats précis à des résultats synthétiques. On se confronte à des indicateurs agrégés comme le temps moyen de parcours où ceux n'utilisant qu'une partie de l'information, comme

le meilleur temps, qui gomme les variations temporelles de l'accessibilité⁵⁴⁶. À l'inverse, ces variations s'observent dans l'utilisation d'indicateurs désagrégés où l'information est manipulée en grande quantité. C'est cette dernière piste que Laurent Chapelon privilégie. En effet, pour l'auteur, si on associe les indicateurs désagrégés qui manipulent beaucoup d'informations à des calculs automatisés sur ordinateur permettant ensuite de procéder à des représentations graphiques, on arrive, en multipliant les mesures, à une analyse plus complète de l'information qui laisse possible la généralisation des indicateurs.

En regard de notre objectif de recherche, qui rappelons-le consiste à évaluer la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement métropolitain l'approche développée par Laurent Chapelon constitue un cadre pertinent. Ainsi, l'analyse qu'il conduit dans cet article répond aux attentes que nous avons formulées lors des deux derniers points. Premièrement, nous avons pu évoquer lors de l'exposé des travaux sur l'intermodalité de Philippe Menerault et Vaclav Stransky qu'une analyse à l'échelle de l'Europe correspondait à la manipulation d'une grande quantité d'information. Laurent Chapelon répond à ce premier inconvénient par la méthodologie utilisée dans l'évaluation des chaînes de transport intermodales. Effectivement, à la nécessité d'une couverture à grande échelle et d'une prise en compte des contraintes spatiales mais aussi temporelles répond à une approche par la modélisation des réseaux à l'aide des graphes qu'on associe à des algorithmes de calculs. Les indicateurs d'accessibilité définis ici s'expriment comme des moyens d'évaluation nous permettant d'aboutir au diagnostic de la chaîne de transport.

L'exploration des méthodes d'analyse de l'intermodalité et des chaînes de transport intermodales nous a amené à envisager l'utilisation de trois approches complémentaires. Nous retenons l'analyse de l'articulation des modes dans une logique d'équipement et une logique d'organisation des acteurs proposée par Jean Varlet, pour établir une liste exhaustive des nœuds aéro-ferroviaires à grande vitesse en Europe. La deuxième approche proposée par Philippe Menerault et Vaclav Stransky, portant sur l'analyse multimodale de l'offre de transport dans une logique

⁵⁴⁶ Appert, M. et Chapelon, L. (2002). Planification des transports régionaux en Languedoc-Roussillon et Nord-Pas-de-Calais : évaluation de la concurrence rail-route. Montpellier, UMR 6012 Espace, CNRS et Université de Paul Valéry Montpellier 3.

de services est retenue pour étudier les relations proposées au départ d'une ville. Cette méthode sera élargie à l'échelle de l'Europe et automatisée dans le comptage des relations proposées au départ d'une ville. Enfin, la troisième approche mobilisée est celle de Laurent Chapelon qui adopte elle aussi une logique d'analyse de la qualité de services autour de l'évaluation spatiale et temporelle des chaînes intermodales de transport. Cette approche nécessite qu'on s'affranchisse des méthodes de modélisation des réseaux à l'aide du graphe et des algorithmes qui y sont associées. Dans cette perspective, nous proposons de traiter dans le point qui suit les éléments nous ayant conduit à valider cette dernière approche.

1.2 Validation du choix de la méthode : le graphe

L'approche de Laurent Chapelon que nous avons exposée dans le point précédent, nous a permis de statuer en faveur de la modélisation des réseaux de transport à l'aide des graphes associés à des algorithmes de calculs. En effet, le graphe constitue un outil de représentation des réseaux : il permet leur description et leur modélisation ainsi que la manipulation d'une grande quantité d'informations. L'atout principal de celui-ci est qu'il a la capacité de ramener un questionnement à une configuration représentée sous forme de points et de liaisons entre ces points. Les travaux développés par Philippe Mathis, Hervé Baptiste, Laurent Chapelon, Sébastien Larribe, Alain L'Hostis et Kamal Serrhini au laboratoire CESA⁵⁴⁷ de Tours à partir de 1993 sont le point de départ de la construction de plusieurs outils permettant une modélisation adaptée aux problématiques des réseaux de transport et à une description proche de la réalité des chaînes de déplacement. L'objectif est d'aboutir à des outils capables d'évaluer des chaînes de transport mais aussi de les optimiser et de simuler ces chaînes modifiées. L'ambition de ces outils est également de parvenir à un outil cartographique automatique issu de la méthode des graphes. Ainsi, dans l'analyse qui nous occupe, le graphe se justifie pleinement car l'évaluation de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à l'échelle de l'Europe nécessite une approche multiniveau que la méthode combinant graphe et algorithme de calcul permet.

⁵⁴⁷ CESA : Centre d'Études Supérieures d'Aménagement aujourd'hui École Polytechnique de Tours département Aménagement.

Une définition simple du graphe comme « *un schéma constitué par un ensemble de points [sommets] et par un ensemble de flèches [arcs] reliant chacune deux de ceux-ci* »⁵⁴⁸, nous indique que pour construire le graphe, il est nécessaire de localiser les sommets et d'identifier la nature des liens entre les sommets. Claude Berge cité par Philippe Mathis souligne que « *seul importe de savoir comment les sommets sont reliés* »⁵⁴⁹.

Dans le contexte de l'analyse d'une chaîne multimodale de transport et dans le cadre d'une modélisation dans un graphe, si on transpose les termes, on obtient un schéma où les lieux ou nœuds de transport sont des sommets et les liaisons entre ces nœuds sont représentées par des arcs, ce qui impose de disposer de toute l'information sur les lieux et les liaisons concernées. Tout l'intérêt d'adopter le graphe dans la représentation et l'évaluation de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à l'échelle de l'Europe, réside dans la possibilité de représenter sur une même surface la totalité des modes considérés en incluant leurs spécificités sans pour autant négliger les objectifs d'évaluation ou d'optimisation. Nous allons maintenant expliciter les arguments qui justifient le choix d'une approche par le graphe.

Premièrement, on souhaite revenir sur la nature des modes considérés et notamment le croisement des fonctionnalités de ces modes. Deuxièmement, on veut montrer que le graphe permet une décomposition de la chaîne allant jusqu'à la modélisation des ruptures de charge, l'introduction de temps d'attente ou de connexion entre les modes. Temps de connexion que nous expliciterons dans le détail. Le troisième point visera à démontrer que la modélisation et la décomposition de la chaîne de transport sont des éléments essentiels pour établir une évaluation de celle-ci. Enfin, le quatrième point aura pour but de traiter des possibilités offertes par le graphe qui sont d'optimiser et d'effectuer des simulations sur la chaîne de transport.

⁵⁴⁸ Chapelon, L. (1998-2000). GDR Libergéo, HyperGéo: encyclopédie électronique consacrée à l'épistémologie de la Géographie. Réseaux, accessibilité, flux, graphe... <http://libergeo.parisgeo.cnrs.fr/>.

⁵⁴⁹ Mathis, P. (2003). Graphes et Réseaux : modélisation multiniveau. Paris, Lavoisier.

1.2.1 Nature des cheminements considérés dans l'analyse d'une chaîne de transport multimodale ou d'un cheminement complet

L'analyse que l'on souhaite mener se rapporte à l'étude du cheminement dans un réseau que la théorie des graphes permet de traiter. C'est plus particulièrement l'analyse des plus courts chemins qui permettra l'évaluation spatiale et temporelle de la chaîne de transport qui nous intéresse.

La chaîne de transport que l'on considère est multimodale. En effet, l'évaluation de la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires se rapporte à la prise en compte de plusieurs modes de transport. Il nous faut dans ce contexte tenir compte de la nature des réseaux considérés ainsi que des véhicules circulant sur ces infrastructures.

Si on réintroduit l'exemple schématisé de la chaîne de transport intermodale (figure ci-dessous) qu'on peut assimiler à une représentation simplifiée de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse, on constate la présence des deux modes que l'on souhaite analyser : le ferroviaire à grande vitesse et l'aérien.

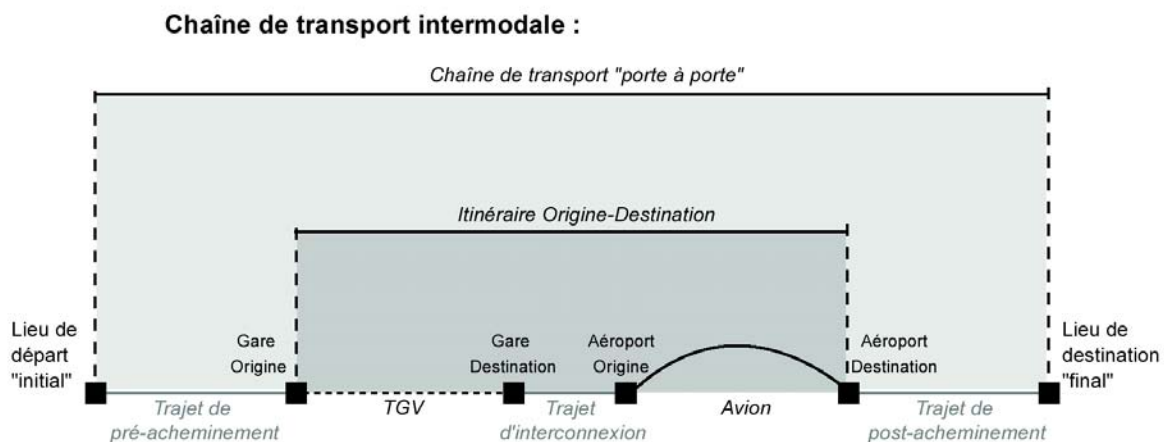


Figure 27 : Schématisation d'une chaîne de transport intermodale (multimodale)

Toutefois, la schématisation du cheminement complet montre que la considération d'un itinéraire Origine-Destination n'est pas suffisante puisque aux segments l'aérien et au ferroviaire à grande vitesse s'ajoutent les trajets de pré et post-acheminement et les trajets d'interconnexion entre les modes.

Ainsi, en suivant toutes ces étapes dans le déplacement, on obtient le cheminement complet. Ainsi, ce cheminement considère l'emprunt de plusieurs réseaux et de plusieurs modes pour accomplir le déplacement.

L'étape suivante du travail consiste à considérer l'ensemble des modes en présence et d'effectuer un descriptif de leur fonctionnement. Les modes aériens et ferroviaires fonctionnent dans une logique horaire, c'est-à-dire que l'offre qui se rapporte à chacun des deux modes est temporaire, comme c'est le cas dans la plupart des modes de transport collectifs. Cependant, dans la chaîne considérée les trajets de pré et post-acheminement comme les trajets d'interconnexion entre modes ne sont pas forcément effectués en transport collectif et peuvent donc répondre à d'autres logiques de fonctionnement. Par exemple, l'utilisation de l'automobile renvoie à la famille du transport individuel qui inclut le vélo ou les petits véhicules motorisés. Ces modes ne sont pas soumis à un fonctionnement temporaire, leur fonctionnalité est permanente. C'est le cas aussi des trajets pédestres. Ces modes de déplacement sont toutefois temporisés avec l'attribution de durée de déplacement en fonction du réseau utilisé et du trajet effectué.

Dans le graphe qualifié de classique, les arcs sont caractérisés en fonction du réseau et ils sont valués en durée ou temps de transport en fonction du mode utilisé⁵⁵⁰. Les modes de transport dans le graphe sont définis en tant que binômes fonctionnels. Pour les modes non soumis aux horaires le terme utilisé est celui de binôme à fonctionnalité permanente.

L'analyse du cheminement, dans les graphes est associée à l'utilisation de plusieurs algorithmes classiques qui ont pour objet la recherche des plus courts chemins. Toutefois, la plupart d'entre eux ne permettent pas la prise en compte des modes fonctionnant dans une logique horaire comme c'est le cas des deux modes que nous souhaitons analyser.

Le choix de l'algorithme de Floyd formulé par Laurent Chapelon dans ses travaux, notamment dans sa thèse de doctorat⁵⁵¹, nous indique que l'algorithme permet « de

⁵⁵⁰ Baptiste, H. chapitre 3 *in* Ibid.

⁵⁵¹ Chapelon, L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire: Evaluation spatio-temporelle de l'offre de transport par modélisation multi-échelles des systèmes de transport. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 550.

déterminer les plus courts chemins entre tous les couples de sommets du graphe »⁵⁵².

L'algorithme à l'état initial fonctionne de la manière suivante : l'algorithme de Floyd recherche le plus court chemin entre un couple (i,j) dans le 1-graphe ou l'on a construit un arc pour chaque relation : (i,j) et (j,i). Dans l'étape suivante l'algorithme vérifie pour chaque couple (i,j) modélisé dans le graphe, s'il existe un cheminement plus court passant le sommet k. Une fois que l'algorithme trouve le chemin plus court passant par k, il remplace la valeur du couple (i,j) dans la matrice des chemins et poursuit la recherche avec la valeur qu'il vient de stocker⁵⁵³.

A ce stade, l'algorithme n'intègre que des modes à fonctionnalité permanente et il nécessite donc d'être modifié pour que les modes à fonctionnalité horaire puissent être incorporés dans le calcul.

L'option choisie est la suivante : sur la base de l'algorithme de Floyd, Laurent Chapelon et l'équipe CESA de Tours⁵⁵⁴, ont entrepris de transformer l'algorithme initial pour y inclure une version de traitement des horaires dans le calcul des plus courts chemins. Cette version horaire a comme objectif comme son nom l'indique d'inclure dans le traitement des modes à logique horaire soit une prise en compte des binômes à fonctionnalité temporaire.

Pour considérer les modes horaires dans le calcul, on doit nécessairement utiliser un graphe qui rende possible la démultiplication des arcs entre chaque couple et dans chaque sens. On doit disposer d'autant d'arcs que de relations qu'il est possible d'effectuer dans l'intervalle de temps fixé.

On ne modélise donc plus dans 1-graphe mais dans un p-graphe ou **p** représente le nombre de relations (arcs) entre chaque couple de lieux (nœuds). Il est ainsi possible d'insérer les heures de départs et d'arrivées pour chaque arc soit chacun des avions et des trains à grande vitesse qui circulent entre les couples de villes⁵⁵⁵.

⁵⁵² Gondran, M. et Minoux, M. (1995). Graphes et Réseaux in Chapelon, L., Jouvaud, B. et Ramora, S. (2006). "Pour un système intégré de pré- et post-acheminement des trafics ferroviaires grandes lignes." *Mappemonde* n° 81 (1-2006): 16 p.

⁵⁵³ Chapelon, L. et Bozzani, S. (2003). "L'Intermodalité air-fer en France : Une méthode d'analyse spatiale et temporelle." *L'Espace Géographique* Tome 32(n° 1): 60-76.

⁵⁵⁴ Travaux développés par Philippe Mathis, Hervé Baptiste, Laurent Chapelon, Sébastien Larribe, Alain L'Hostis et Kamal Serrhini au laboratoire CESA (Centre d'Études Supérieures d'Aménagement aujourd'hui École Polytechnique de Tours département Aménagement) à partir de 1993, point de départ de la construction de plusieurs outils.

⁵⁵⁵ Cf. Annexe 3 : l'Algorithme de Floyd

On est ainsi en mesure de modéliser l'ensemble de la chaîne de transport multimodale grâce à l'intégration dans un même graphe de ces deux types de modes. Cette dernière idée nous d'apporter un élément de validation de notre choix du graphe. Le point suivant pose la question de la modélisation de la chaîne et sa décomposition, l'idée étant de disposer d'une chaîne complète afin d'évaluer au plus près la qualité du service transport.

1.2.2 Décomposition et modélisation de la chaîne de transport :

On a pu voir dans l'évaluation de la chaîne de transport, que la chaîne intermodale renvoie à la combinaison de plusieurs modes de transport à fonctionnalités différentes. La schématisation d'une chaîne intermodale de porte à porte nous a permis d'identifier la place des modes que nous souhaitons analyser : l'avion et le train à grande vitesse, ainsi que la présence de trajets de pré et post-acheminement d'une part et d'autre part un trajet dit d'interconnexion entre les modes. Pour autant, ce schéma ne nous permet pas d'aborder le fonctionnement des réseaux et il nous faut pour cela :

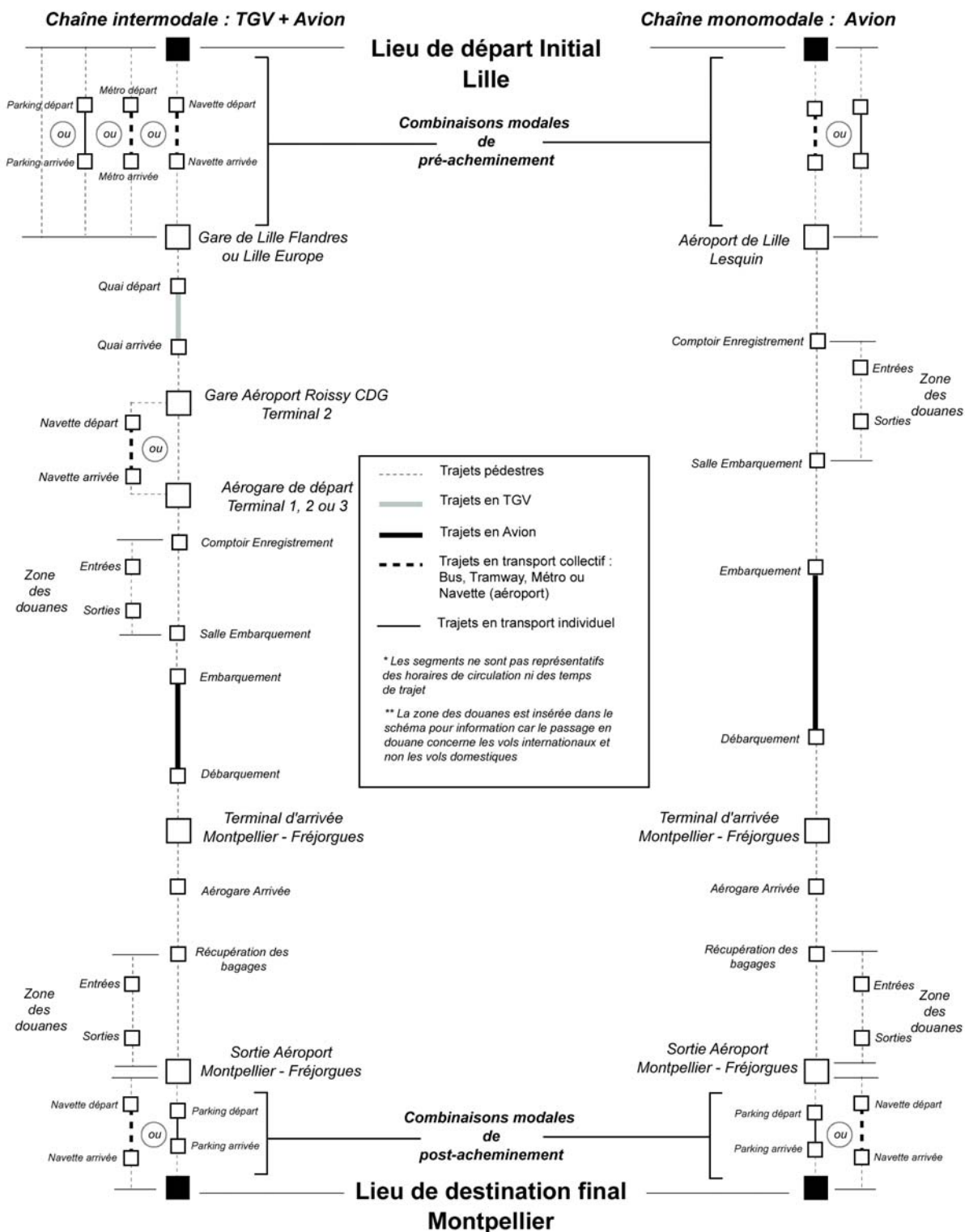
- décrire la chaîne complète de transport,
- décrire l'offre de transport des réseaux présents.

Cette description apparaît une étape nécessaire au diagnostic de la qualité de service de la chaîne de transport.

a) Comprendre le fonctionnement des réseaux pour décomposer et modéliser la chaîne de transport :

Décrire la chaîne de transport :

Sur la base d'une chaîne multimodale, on se propose de construire un schéma de décomposition des étapes sur un itinéraire (Origine-Destination) : Lille-Montpellier. L'objectif est double puisqu'on veut à la fois « mettre sur le papier » toutes les étapes d'une chaîne dite monomodale mais aussi toutes les étapes d'une chaîne intermodale. Soit pour la première d'entre elle l'utilisation de l'avion pour se rendre de Lille à Montpellier et pour la deuxième chaîne, l'utilisation de deux modes, le train à grande vitesse et l'avion pour effectuer cette même relation. On obtient le schéma de décomposition suivant.



© S. Bozzani-Franc, INRETS, 2006

Figure 28 : Décomposition d'une chaîne multimodale : exemple de la relation Lille-Montpellier

Ce schéma complexe présente deux chaînes parmi d'autres, proposées au départ de Lille. Nous aurions pu le compléter en proposant deux autres cas, celui d'un itinéraire monomodal cette fois-ci en train à grande vitesse sur la totalité du parcours et un

itinéraire encore une fois monomodal effectué en avion et nécessitant cette fois-ci une correspondance entre les deux villes.

On remarque deuxièmement qu'au-delà du trajet aérien ou de celui qui combine l'aérien au ferroviaire à grande vitesse les chaînes sont constituées de multiples cheminements pédestres ou qui nécessite l'utilisation d'un mode de transport individuel ou collectif. Ces cheminements ont une temporalité qu'on ne peut ignorer dans l'évaluation de la qualité de service.

Comme on a pu l'évoquer plusieurs fois jusqu'ici, on ne peut pas négliger la présence des trajets en pré et post-acheminement ainsi que celui qu'on qualifie de trajet d'interconnexion et qui représente la rupture de charge.

On constate de plus, qu'au cours d'un déplacement les modes à fonctionnalités permanentes et temporaires s'intercalent dans une même chaîne. En effet, les deux chaînes proposées montrent une succession de modes évalués en durée, suivi d'un mode muni d'horaire, lui-même suivi de modes une fois encore évalués en durée. Cette remarque confirme alors la nécessité de disposer d'outils capables de gérer les deux fonctionnalités pour mener à bien notre évaluation.

Dans le schéma de décomposition, on a proposé de considérer des combinaisons modales de pré mais aussi de post-acheminement. A ce titre, précisons que les combinaisons proposées sont une illustration des possibilités au départ et / ou à destination et qu'elles peuvent être complétées. Si on reprend l'exemple du post-acheminement de l'aéroport de Montpellier-Fréjorgues vers le lieu de destination final, on propose deux solutions de post-acheminement qui peuvent être complétées comme le montre la figure suivante.

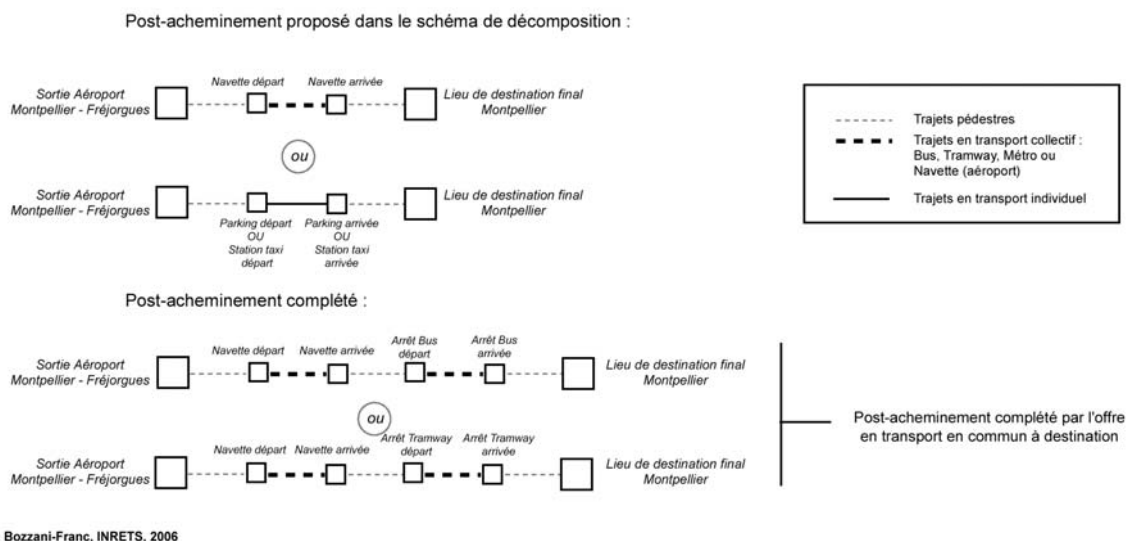


Figure 29 : Possibilités de post-acheminement à Montpellier, quelques exemples

Il faut préciser ici qu'à l'arrivée à destination, l'usager dispose de toute l'offre en transport en commun de la ville. Ainsi, le post-acheminement vers le lieu de destination final peut être effectué par d'autres combinaisons modales. Cette même idée est valable pour le pré-acheminement.

La description des chaînes effectuée, il nous faut maintenant revenir sur la description de l'offre contenue dans celles-ci. Car dans le contexte de l'évaluation qu'on souhaite mener, si la décomposition des chaînes nous sert à spatialiser le déplacement, nous devons aussi dérouler ces étapes dans le temps. Ainsi, la description de chaque « période » du déplacement doit nous amener à attribuer soit une durée moyenne soit un horaire de circulation.

Décrire l'offre de transport :

Comme on l'a déjà signalé, les chaînes font apparaître une cohabitation de modes de transport à fonctionnalités différentes sur un même cheminement. Ceci implique de notre part un investissement dans la détermination des valeurs temporelles à appliquer à chacune des étapes du déplacement.

On fait alors le choix de traiter cette question en distinguant les modes selon leurs logiques de fonctionnement au lieu de suivre pas à pas les étapes du schéma, ceci pour marquer fortement la différence entre les deux types de fonctionnalité des binômes permanente et temporaire.

- Les valeurs temporelles liées aux trajets de pré et post-acheminement et au trajet d'interconnexion :

Les valeurs temporelles liées aux trajets de pré et post-acheminement et au trajet d'interconnexion sont liées à toutes les étapes antérieures et postérieures à l'utilisation d'un mode muni d'horaire de circulation, comme le montre la figure 27. La relation Lille-Montpellier prise comme exemple dans cette figure décompose le cheminement complet de la relation et nous permet de dresser la liste des étapes qu'on évalue en durée moyenne. Ces durées sont de deux types : elles sont calculées ou estimées.

Dans le cadre de travaux antérieurs portant sur « *L'Interconnexion TGV-AIR dans les gares-aéroports de Roissy Charles de Gaulle et Lyon Saint-Exupéry* »⁵⁵⁶ et d'un article, portant sur l'analyse d'une méthode spatiale et temporelle de l'intermodalité air-fer en France⁵⁵⁷, nous avons tenu compte de la difficulté à établir les valeurs temporelles de certaines étapes du trajet d'interconnexion des modes aérien et ferroviaire à grande vitesse. Ces deux analyses concernant l'intermodalité à l'aéroport de Roissy CDG et celui de Lyon Saint-Exupéry ont donné lieu à des mesures sur site des étapes composant le trajet d'interconnexion. Les étapes du trajet d'interconnexion sont signalées sur le schéma suivant.

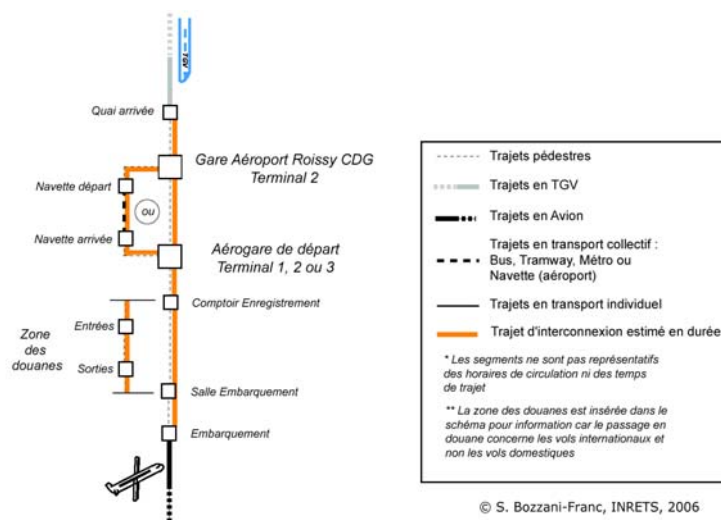


Figure 30 : Décomposition du trajet d'interconnexion entre les modes

⁵⁵⁶ Bozzani, S. (2000). Interconnexion TGV-AIR dans les gares-aéroports de Roissy Charles de Gaulle et Lyon Saint-Exupéry. *UFR III de Géographie*. Montpellier, Université Paul Valéry, Montpellier III: 238.

⁵⁵⁷ Chapelon, L. et Bozzani, S. (2003). "L'Intermodalité air-fer en France : Une méthode d'analyse spatiale et temporelle." *L'Espace Géographique* **Tome 32**(n° 1): 60-76.

Dans le détail, si on analyse le schéma de la décomposition de la chaîne intermodale en ne gardant que le trajet d'interconnexion que l'utilisateur doit effectuer pour joindre le mode ferroviaire et le mode aérien, on se trouve devant un certain nombre d'étapes à évaluer temporellement. Ces étapes sont évaluées par des durées qui sont soit mesurées, soit estimées. Ces dernières n'ont fait l'objet d'aucune mesure sur le terrain. Parmi les deux modes présents, ces durées concernent essentiellement le mode aérien très sécurisé et qui nécessite dès le comptoir d'enregistrement l'obtention d'autorisation pour pouvoir réaliser des mesures.

Pour l'évaluation de ces valeurs temporelles des modes permanents, on dispose de deux solutions. Soit on procède à la définition des durées de chaque étape dont on fait la somme au final, soit on attribue un temps forfaitaire pour ces trajets. L'une ou l'autre des solutions sera choisie en fonction des modes de transport étudiées mais aussi du nombre de villes de l'échantillon. Dans notre cas, l'espace retenu étant celui de l'Europe, le temps forfaitaire semble la solution adéquate.

- L'évaluation temporelle des modes munis d'horaire de circulation :

Il s'agit ici, toujours dans le contexte de l'analyse des chaînes intermodales, d'identifier les modes munis d'horaires de circulation, soit dans l'exemple présenté le train à grande vitesse et l'avion.

L'étape suivante consiste à déterminer précisément le nombre de villes qu'on souhaite étudier car il nous faut recueillir l'ensemble des horaires de circulation au départ et à destination de chaque ville de l'étude. Notons à ce propos que les données horaires sont soumises à des schémas de services, c'est-à-dire que l'on dispose de plusieurs périodes d'exploitations. Pour l'aérien et le ferroviaire, ces périodes sont au nombre de deux : Automne – Hiver et Printemps – Été. On peut aussi préciser qu'au cours d'une semaine l'offre varie en fonction du jour de la semaine. On choisit alors un jour ouvrable de milieu de semaine comme référent, car il sera le plus représentatif d'un jour normal. Une fois ces éléments définis, le recueil des horaires se fait sur la période d'exploitation et le jour de référence sur une plage horaire couvrant soit une partie soit l'ensemble de la journée.

De cette manière, il est possible de tenir compte de la non-permanence du service au cours de la journée pour les modes horaires.

b) De la décomposition à la modélisation :

Notre objectif d'évaluer l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse, nous impose une description de la chaîne de transport mais aussi de l'offre qui s'y rapporte. Ainsi, la description effectuée est à la fois spatiale et temporelle. À ce stade, on a donc une description spatiale du cheminement et la décomposition de la chaîne en étapes. À ces étapes, on attribue des valeurs temporelles (temps forfaitaires et horaires de circulation). Toutefois, il nous faut maintenant traiter la question de la méthode pour assurer le passage de la décomposition à la modélisation.

Le point précédent, nous a permis de montrer que la méthode des graphes associés à un algorithme rend possible la gestion et le traitement des modes à fonctionnalité temporaire et permanente dans un même graphe après l'adaptation de l'algorithme des plus courts chemins.

Le graphe est donc envisagé une nouvelle fois comme un support, un outil de modélisation de la chaîne de transport multimodale de transport.

Cette modélisation des réseaux de transport doit combiner des réseaux distincts en fonction de leur organisation et des missions qu'ils effectuent : la modélisation doit être multi-échelles et multi-niveaux. Comme on a pu l'entendre jusqu'à présent avec les travaux de Laurent Chapelon, les graphes sont utilisés pour leurs propriétés mathématiques dans le calcul des plus courts chemins. L'idée centrale n'est pas d'obtenir une succession de matrices, mais d'aboutir à une représentation graphique voire cartographique des plus courts chemins. Néanmoins comme le précise Philippe Mathis dans Graphes et Réseaux⁵⁵⁸, « *la théorie des graphes* [⁵⁵⁹] *ne se préoccupe absolument pas de la représentation au sens de la réalisation graphique d'un graphe* » même si l'aménageur est en demande d'un tel outil. Les travaux d'Alain L'Hostis⁵⁶⁰ viennent combler cette lacune et mettent en avant la représentation graphique du réseau dans le graphe.

Nous allons utiliser le graphe pour ses propriétés mathématiques, mais aussi pour ses capacités de représentations graphiques, enrichis par les travaux d'Alain L'Hostis.

⁵⁵⁸ Mathis, P. (2003). Graphes et Réseaux : modélisation multiniveau. Paris, Lavoisier.

⁵⁵⁹ La Théorie des graphes est « *un outil de modélisation puissant utilisant et développant des résultats de la recherche opérationnelle [mais également] un outil de cartographie automatique permettant la réalisation d'images de synthèses vérifiables et reproductibles* » in Ibid.

⁵⁶⁰ L'Hostis, A. (1997). Images de synthèse pour l'Aménagement du territoire: La déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 310 p.

Pour construire un réseau de transport dans un graphe, on doit dans un premier temps identifier les réseaux à intégrer dans celui-ci et procéder, ensuite, à leur description. Cette étape renvoie à la décomposition de la chaîne de transport que l'on souhaite analyser. Une fois cette étape effectuée, on s'attache à la réalisation du graphe en déterminant premièrement la nature de celui-ci. La définition du graphe qui servira à la modélisation du réseau passe par l'étude des définitions élémentaires des graphes⁵⁶¹.

L'analyse des travaux de Laurent Chapelon, nous a amené, dans le point précédent, à valider l'utilisation d'un p-graphe afin de mener à bien l'évaluation d'une chaîne multimodale de transport. En effet, comme le précise Alain L'Hostis, dans le cadre d'un p-graphe, « *l'épaisseur d'un graphe correspond à l'existence de plusieurs arcs entre un même couple de sommets. Le traitement de l'épaisseur des graphes varie selon les auteurs et dépend de la nature des problèmes que l'on souhaite résoudre* »⁵⁶².

Pour traiter les réseaux de transport Alain L'Hostis, choisit le graphe valué qui permet de qualifier chacune des relations du réseau par rapport à la vitesse, la distance parcourue ou encore le coût de chaque relation. Il précise que l'adoption d'une conception valuée est efficace pour approcher « *de la réalité de l'espace des transports* »⁵⁶³.

Dans la suite de son travail, il envisage le passage du réseau de transport au graphe de transport, ce qui nous ramène à la description des modes qui est le point de départ de la modélisation dans le graphe.

Finalement, les travaux de Laurent Chapelon et d'Alain L'Hostis menés au CESA⁵⁶⁴ sous la direction de Philippe Mathis conduisent à deux logiciels. Le premier d'entre eux, MAP⁵⁶⁵ qu'Alain L'Hostis a utilisé, notamment, dans la cartographie en relief de l'espace-temps, permet la modélisation des réseaux de transport en tenant compte des logiques temporelles et spatiales de ces réseaux.

⁵⁶¹ Mathis, P. (2003). Graphes et Réseaux : modélisation multiniveau. Paris, Lavoisier.

⁵⁶² L'Hostis, A. (1997). Images de synthèse pour l'Aménagement du territoire: La déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 310 p.

⁵⁶³ Ibid.

⁵⁶⁴ CESA: Centre d'Études Supérieures d'Aménagement aujourd'hui École Polytechnique de Tours département Aménagement.

⁵⁶⁵ MAP : conçu en 1993 au CESA par Alain L'Hostis, <http://mapnod.free.fr>

La modélisation se fait à l'instant t et tient compte des distances entre les lieux modélisés (distance-temps, métrique...). Le modèle qui conduit à une représentation cartographique du réseau est associé à NOD⁵⁶⁶, logiciel d'analyse des réseaux de transport, conçu par Laurent Chapelon.

Ce deuxième outil permet l'évaluation spatio-temporelle de l'offre de transport. L'évaluation proposée par NOD est multimodale, multi-échelles et comme on l'a déjà mentionné le modèle proposé intègre la possibilité de travailler sur des modes à fonctionnalité permanente (transports individuels) et à fonctionnalité temporaire (transports collectifs avec horaires de circulation). Enfin, NOD permet d'analyser l'offre de transport (analyse descriptive de l'offre) mais aussi de simuler une nouvelle offre par la modification du réseau existant : arcs ou nœuds supplémentaires, multiplication d'arcs entre deux nœuds (augmentation de la fréquence du service). Ces deux outils font l'objet d'une présentation dans le point suivant. Nous en décrivons ici le fonctionnement car ils constituent sont les outils principaux que nous avons utilisés.

⁵⁶⁶ NOD : conçu en 1997 au CESA par Laurent Chapelon avec la participation de Alain L'Hostis et Philippe Mathis, <http://mapnod.free.fr>

2. Le graphe : outil de modélisation de la chaîne de transport

Le point précédent nous a amené à valider le graphe comme outil de modélisation du réseau de transport, les travaux de Laurent Chapelon, d'Alain L'Hostis et Philippe Mathis nous servant de fil conducteur. On a ainsi validé l'utilisation des logiciels MAP et NOD, aujourd'hui MapNod, pour réaliser l'évaluation de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse.

Dans ce point, on propose de développer la présentation de MapNod. Premièrement, nous allons repartir de la théorie des graphes pour définir le graphe que nous utiliserons. Puis nous procéderons à la description de la structure du modèle et le passage du réseau au graphe. Enfin, nous présenterons dans le détail les possibilités offertes par MapNod dans la modélisation et la représentation de l'offre de transport.

2.1 La modélisation par le graphe de la chaîne de transport multimodale

Du sens le plus commun, le graphe désigne un « ensemble de points, nommés sommets, dont certains couples sont reliés par une ligne, orientée (flèche) ou non (arête) »⁵⁶⁷. Pour parvenir à la définition du graphe support à notre analyse on doit s'appuyer sur une définition plus mathématique que l'on propose maintenant.

2.1.1 Le choix du graphe support

L'étude des cheminements dans un réseau est permise par la théorie des graphes. Le graphe représente « *un schéma constitué par un ensemble de points [nœuds], x_1, x_2, \dots, x_n et par un ensemble de flèches [arcs] reliant chacune deux de ceci, et dénotées $1, 2, \dots, n$. Les points sont appelés les sommets du graphe et les flèches les arcs du graphe ; si en outre le nombre d'arcs qui va d'un sommet x_i à un sommet x_j ne peut jamais excéder un entier p , on dira qu'on a un p -graphe* »⁵⁶⁸. Le graphe, associé à l'utilisation d'algorithme de calcul et plus précisément l'algorithme de Floyd adapté à une logique horaire dans le calcul des plus courts chemins est présenté

⁵⁶⁷ Dictionnaire du Petit Larousse illustré, 1992, p.481

⁵⁶⁸ Berge, C. (1983). Les Graphes. Paris, Gauthier-Villars.

dans les travaux de Laurent Chapelon⁵⁶⁹ et nous renvoie à l'utilisation d'un p-graphe pour la modélisation du réseau de transport. On doit s'inscrire dans un p-graphe pour tenir compte de l'épaisseur du graphe. Cette épaisseur représente le nombre d'arcs entre chaque nœud.

L'étude de l'ensemble des modes de transport en présence ainsi que leurs fonctionnements nous amène à employer un p-graphe. L'insertion de la logique temporelle du réseau de transport renvoie à deux types de fonctionnalité des modes. L'analyse de la chaîne multimodale et particulièrement de la chaîne intermodale aéro-ferroviaire souligne la présence de modes à fonctionnalité permanente mais aussi temporaire. C'est ainsi que notre choix du p-graphe se porte sur un p-graphe fonctionnel horaire, qui nous permet d'inclure l'ensemble des heures de départs et d'arrivées pour chaque arcs et sur un intervalle de temps, c'est-à-dire tous les horaires d'avions et de trains à grande vitesse qui circulent entre les couples de villes dans une journée. Rappelons également qu'à la logique temporelle s'ajoute une volonté de travailler dans un graphe spatialisé, où chaque nœud du graphe est positionné en fonction de coordonnées géographiques. Nous verrons, dans un des points suivants, comment les nœuds et les arcs, donc les logiques spatiales et temporelles sont incluses dans la modélisation de la chaîne multimodale de transport.

2.1.2 Modélisation de la chaîne de transport multimodale dans le graphe

Le choix d'un graphe support nous impose la description préalable de la chaîne de transport à modéliser. L'ambition de ce point est de montrer le passage du réseau au graphe en décrivant pas à pas la structure du modèle.

L'objectif est ici en passant des réseaux de transport au graphe, de procéder à une adéquation entre la réalité observable et la théorie. On définit alors la structure de base du modèle, présentée sur la figure ci-dessous.

⁵⁶⁹ Chapelon, L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire: Evaluation spatio-temporelle de l'offre de transport par modélisation multi-échelles des systèmes de transport. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 550.

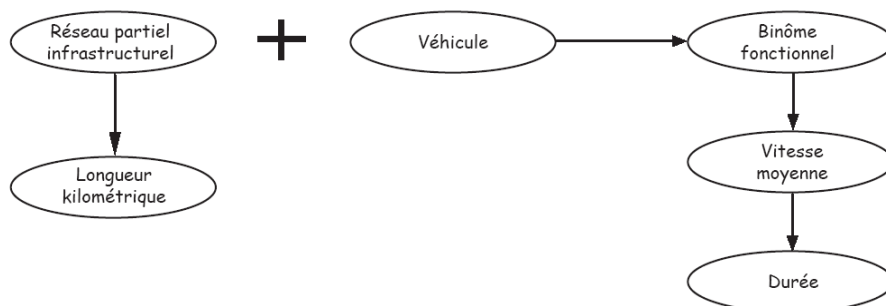


Figure 31 : Structure de base du modèle

Le modèle de base renvoie à la présence de plusieurs composants. On trouve premièrement, le réseau partiel infrastructurel qui représente, par exemple, l'infrastructure ferroviaire. Cette infrastructure qui traverse un espace est associée à une longueur kilométrique. Sur l'infrastructure circule des véhicules qui sont assimilés à des binômes fonctionnels⁵⁷⁰. Le binôme est associé à une vitesse moyenne et une durée.

Le binôme fonctionnel est un élément essentiel dans la conceptualisation du modèle : on peut le diviser en deux parties. Une première infrastructurelle qui correspond au réseau et une deuxième fonctionnelle qui s'intéresse aux moyens de transport qui passent par ces réseaux.

À la structure de base du modèle et une fois que les divers binômes seront identifiés, il faut alors inclure la logique temporelle que nous trouvons dans l'étude des modes présents dans la chaîne de transport étudiée.

Notre chaîne combine deux types de binômes, on a d'abord les modes de transport avec contraintes horaires, le train à grande vitesse et l'avion dans notre cas, qui sont dits à fonctionnalité temporaire. Puis on a les binômes dits à fonctionnalité permanente, dans la chaîne intermodale. Ces binômes correspondent, par exemple, au trajet d'interconnexion réalisé entre le ferroviaire et l'aérien et qui renvoie à l'utilisation d'une navette ou de la marche. Complétée de ces informations, on peut alors faire évoluer la structure du modèle que l'on propose sur la figure suivante.

⁵⁷⁰ Cf. Annexe 4 : Dénomination des binômes fonctionnels.

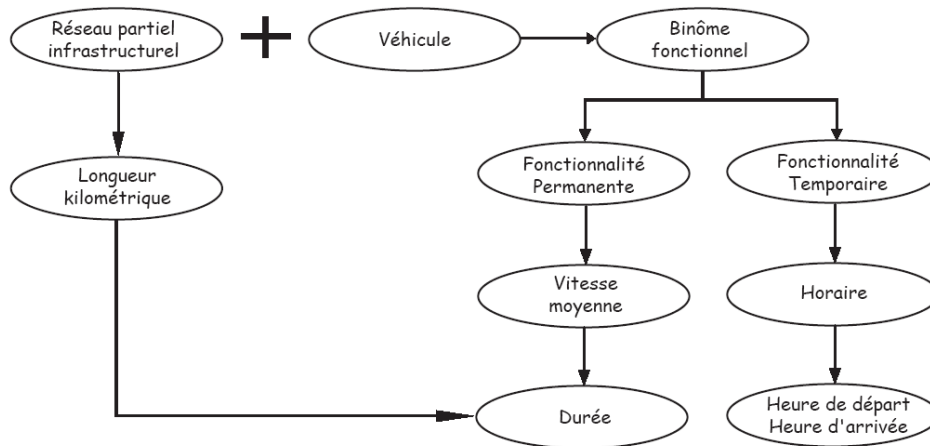


Figure 32 : Structure du modèle

Ainsi, par rapport au modèle de base, on voit qu'il est possible d'intégrer les distances-temps dans le modèle. Mais on voit aussi qu'il est concevable d'avoir deux types de binômes dans un même modèle.

La fonctionnalité temporaire et la gestion des horaires aboutissent à l'introduction d'un p-graphe fonctionnel horaire dans le modèle, ce qui nous permettra d'effectuer par la suite des comparaisons entre modes de transport et dans le calcul des cheminements optimaux. On aura deux p-graphes fonctionnels horaires : un p-graphes fonctionnels à horaire mixte et un p-graphes fonctionnels à horaire strict, ce dernier tenant compte du nombre des véhicules au départ entre telle et telle heure, ces deux p-graphes sont expliqués sur la figure suivante.

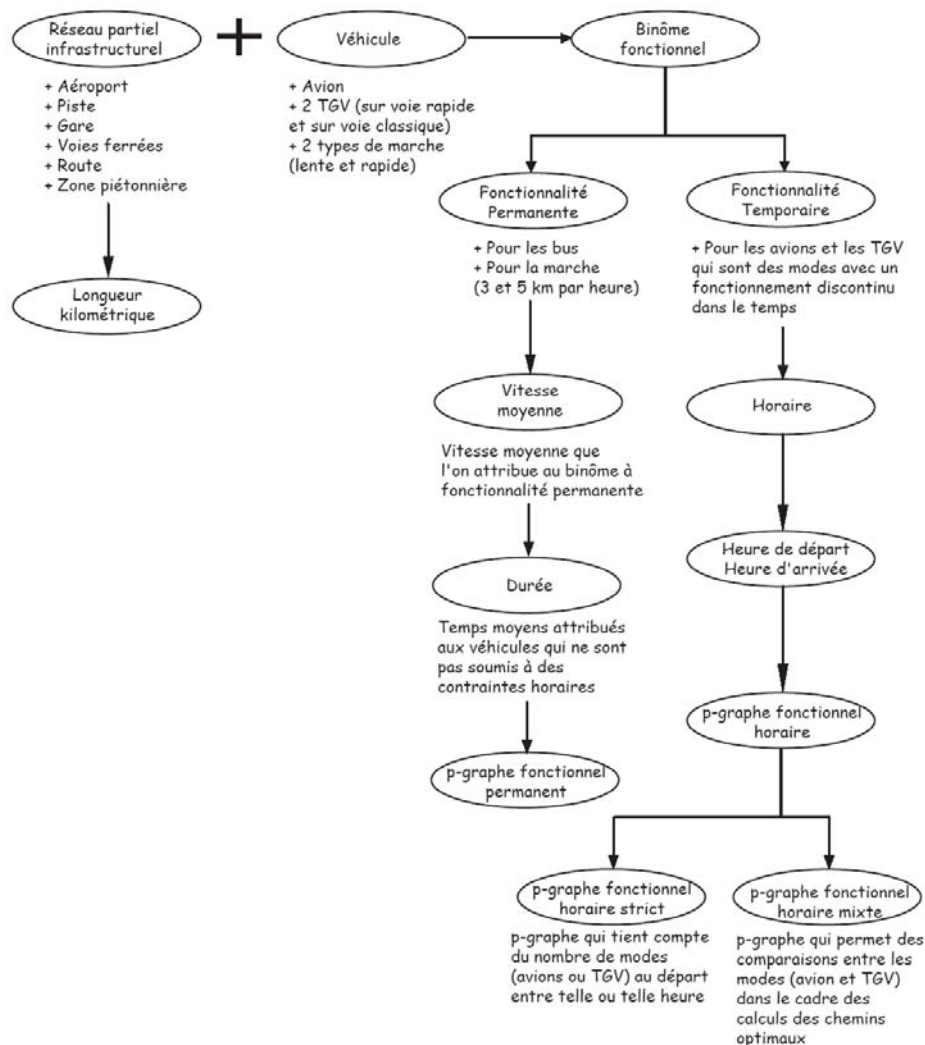


Figure 33 : Structure finale de la modélisation de la chaîne multimodale

Ce dernier schéma nous permet d'avoir une vision finalisée de la structure du modèle liée à la modélisation de la chaîne multimodale de transport. L'étape suivante, nous renvoie à la construction du graphe dans MapNod et à sa description. La construction du graphe de transport passe par plusieurs étapes. Premièrement, il s'agit de digitaliser la totalité des sommets, ou nœuds qui correspondent à des villes, des gares, des aéroports ou encore des gares-aéroports. Ces nœuds doivent permettre la réception, la gestion et l'émission des flux de nature variée. La digitalisation des nœuds se fait dans le logiciel MAP, aujourd'hui MapNod. Plus le nombre de nœud est grand, plus la précision de modélisation est fine et la validité des résultats sera grande.

La deuxième étape consiste à la création des nœuds dans ce même logiciel, chaque nœud dispose de coordonnées géographiques (x,y). Enfin, avant de poursuivre, il est

nécessaire de passer par des choix qui sont des degrés de liberté accordés au modèle et que l'on voit apparaître dans le schéma final de la structure du modèle.

Le premier choix est celui des réseaux partiels, ce premier degré repose sur le nombre de réseaux retenus dans la chaîne à modéliser. Un deuxième degré de liberté concerne le choix du véhicule, véhicules qui vont correspondre à chacun des réseaux partiels retenus. Ces deux premiers degrés de liberté forment les binômes fonctionnels, que l'on a déjà évoqués.

Plusieurs autres degrés de liberté concernent le choix des vitesses moyennes des véhicules circulant sur les réseaux partiels.

Dans le détail de la modélisation de la chaîne qui nous intéresse, qui figure sur le schéma de la structure finale du modèle, on obtient six réseaux partiels, six types de véhicules et six vitesses moyennes pour chacun des modes présents dans le modèle⁵⁷¹. Regardons maintenant plus en détail comment on procède dans MapNod pour modéliser et évaluer la chaîne de transport multimodale.

2.2 Introduction au logiciel MapNod : les outils de la modélisation MAP et du traitement des données NOD

MapNod est notre outil de référence dans la modélisation et l'évaluation de la chaîne multimodale. Ce point a pour objectif de présenter l'utilisation du logiciel MapNod. Premièrement, on s'attache à réalisation du graphe dans MAP, puis, dans un deuxième temps, on présentera NOD dans le contexte d'une utilisation du logiciel.

2.2.1 Le graphe dans MAP

MAP est le logiciel qui permet de modéliser les réseaux de transport en tenant compte des logiques temporelles et spatiales de ces réseaux. C'est aussi le moyen de décrire le graphe en machine. Pour construire le graphe dans MAP, on doit créer deux fichiers : un fichier pour les nœuds qui renvoie aux lieux à modéliser et un fichier pour les arcs pour les relations entre ces lieux.

Le fichier des nœuds regroupe les informations permettant le bon fonctionnement du modèle entre l'opération de lecture des données et la production des documents cartographiques. Le fichier des nœuds dans MAP est structuré de la façon suivante :

⁵⁷¹ Cf. Annexe 4 : Dénomination des binômes fonctionnels.

Nom du Noeud	Code du noeud	Population	Coordonnées géographiques du noeud	
			x	y

Structure du fichier noeud qui apparaît ainsi en fichier .dat :

```
BARCELONA      0000340010 01757000 1330.000 1208.000 0000.00000
BELFAST        0000440010 00304000 1182.000 2878.000 0000.00000
```

Figure 34 : Structure du fichier des nœuds

Le fichier des nœuds contient un certain nombre d'informations relatives à l'identification du nœud (nom du nœud), un code nœud unique (qui renvoie à une série de chiffre qui se rapporte dans notre cas un code pays accolé à une code ville) et sa localisation dans le graphe qui correspond aux coordonnées (x,y) du nœud.

Le fichier des arcs, quant à lui, contient un ensemble d'informations infrastructurelles et fonctionnelles sur les réseaux de transport.

Dans ce fichier, toutes les liaisons sont modélisées. Ainsi, pour construire le fichier on reprend la totalité des éléments contenus dans le fichier nœud. Un arc représente la relation entre deux nœuds identifiés par le nom du nœud et le code de celui-ci. On a donc un nœud origine et un nœud destination, un code nœud origine et une destination. À cela s'ajoute une série d'informations relatives à la longueur kilométrique l'arc, la durée pour effectuer la relation entre les nœuds et s'ajoute, ici, pour les transports collectifs, les horaires de circulation (heures de départ et heures d'arrivée ainsi que le jour de circulation). La figure suivante illustre la structure du fichier arcs qui sera ouvert dans MAP :

Code du noeud d'origine	Code du noeud de destination	Code du binôme	Longueur kilométrique	Durée du parcours	Information du mode			Nom noeud d'origine	Nom noeud de destination
					Heure départ	Heure arrivée	Jour de circulation		

Structure du fichier arc qui apparaît ainsi en fichier .dat :

```
0000310010 0001607702 0001 0470.000 0110 3200 3310 0000000 000000 AMSTERDAM CD6 1 Arri
0000310010 0001607702 0001 0470.000 0110 3335 3445 0000000 000000 AMSTERDAM CD6 1 Arri
```

Figure 35 : Structure du fichier des arcs

Au final, une fois les deux fichiers réalisés, on dispose de toutes les informations pour procéder à l'évaluation de la chaîne de transport.

Ainsi, tous les nœuds et toutes les liaisons (arcs) sont modélisés sur le graphe dans MAP. Il s'agit maintenant de traiter toutes ces données en machine, via l'utilisation de NOD.

Avant de procéder à la description de NOD, revenons sur le détail du fichier nœud qui concerne la chaîne multimodale.

Notre graphe contient un certain nombre d'informations. Le fichier nœud contient plusieurs types de lieux que nous devons décrire. L'évaluation de la chaîne multimodale intègre plusieurs réseaux de transport identifiés sous le nom de réseaux partiels dans la structure finale du modèle. Chaque réseau possède un point d'entrée et de sortie (gare de départ – gare d'arrivée).

La construction du fichier nœud, qui identifie les lieux ne s'arrête pas à la modélisation d'une ville dans le graphe. Au contraire, pour une ville, on peut être amené à introduire plusieurs nœuds pour modéliser les réseaux aérien et ferroviaire à grande vitesse. On a alors, lorsque les deux réseaux sont présents dans une ville, la ou les gare(s) et le ou les aéroport(s) de chaque ville qui intègre l'analyse. À cela s'ajoute, dans le graphe, des nœuds qui se rapportent aux étapes qui composent chaque chaîne de déplacement. Dans notre analyse, on compte au moins huit chaînes différentes, pour les deux réseaux qui nous concernent.

Dans la série de schémas qui suit, on détaille l'ensemble de ces chaînes ainsi que les étapes qui les composent, ce qui nous renvoie aux schémas de spatialité.

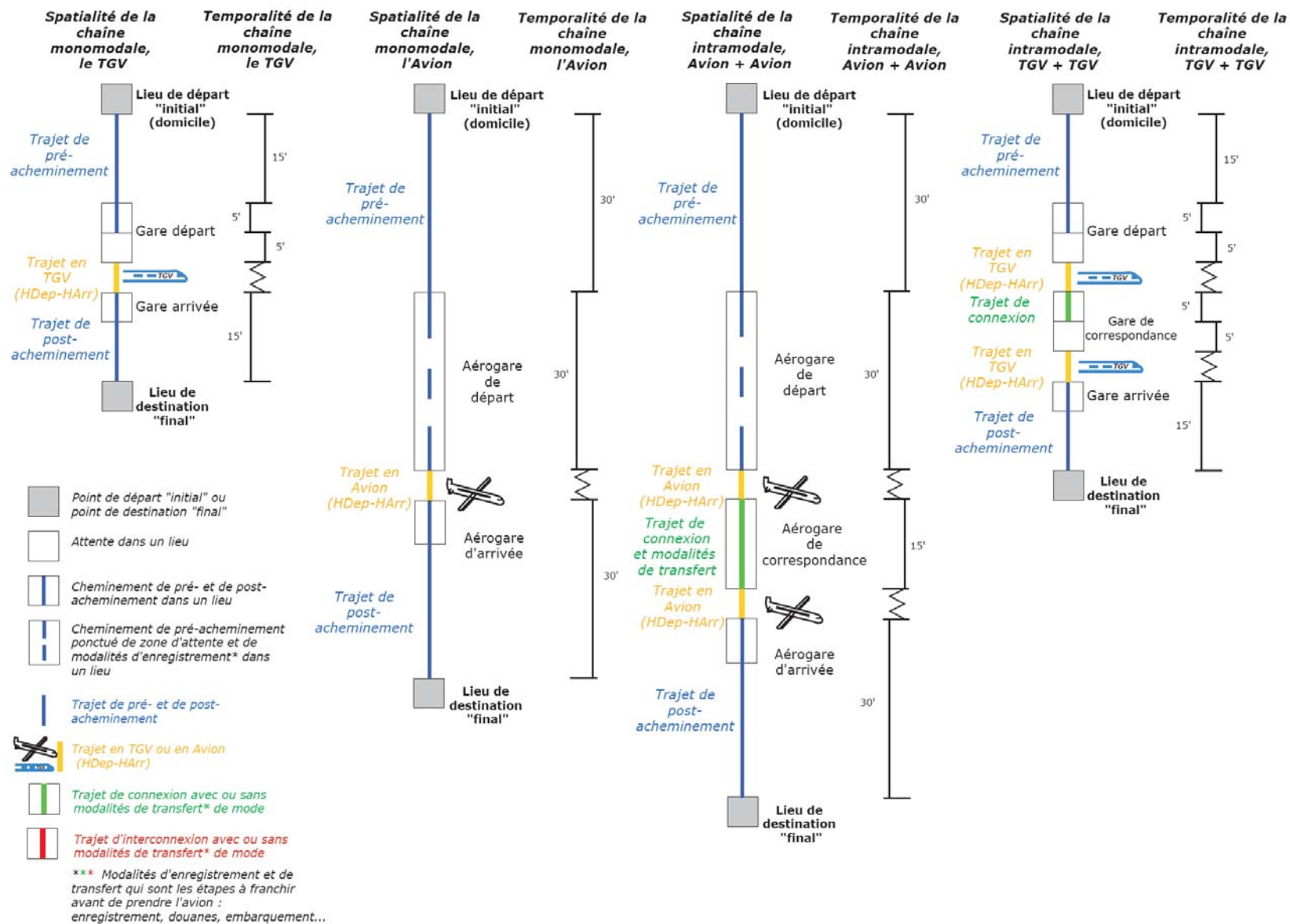
Ces schémas de spatialité des chaînes de déplacement expriment la diversité des nœuds et des arcs à modéliser. Ces schémas nous permettent aussi de matérialiser la combinaison, sur une même chaîne, de binômes à fonctionnalité temporaire et permanente, soit le détail des étapes qui sont soumises à des horaires ou des durées. Ainsi, chacune des chaînes spatialisées renvoie à des temporalités.

La diversité des durées qui composent nos chaînes nous impose, devant la taille de l'échantillon de villes à analyser, d'appliquer des temps forfaitaires pour les calculs que nous effectuerons par la suite.

Les différentes temporalités des chaînes que l'on trouve dans la succession des schémas, sont traduites en temps forfaitaire dans le tableau qui suit. Celui-ci a pour objectif de présenter les temporalités que l'on considère dans notre modélisation :

Mode de Transport Types de trajet	TGV (en minutes)	Avion (en minutes)
Trajet de pré-acheminement	15'	45'
Trajet de post-acheminement	15'	30'
Trajet de connexion ou correspondances	15'	45'
Trajet d'interconnexion entre le TGV et l'avion	45'	

Tableau 12 : Tableau des temporalités



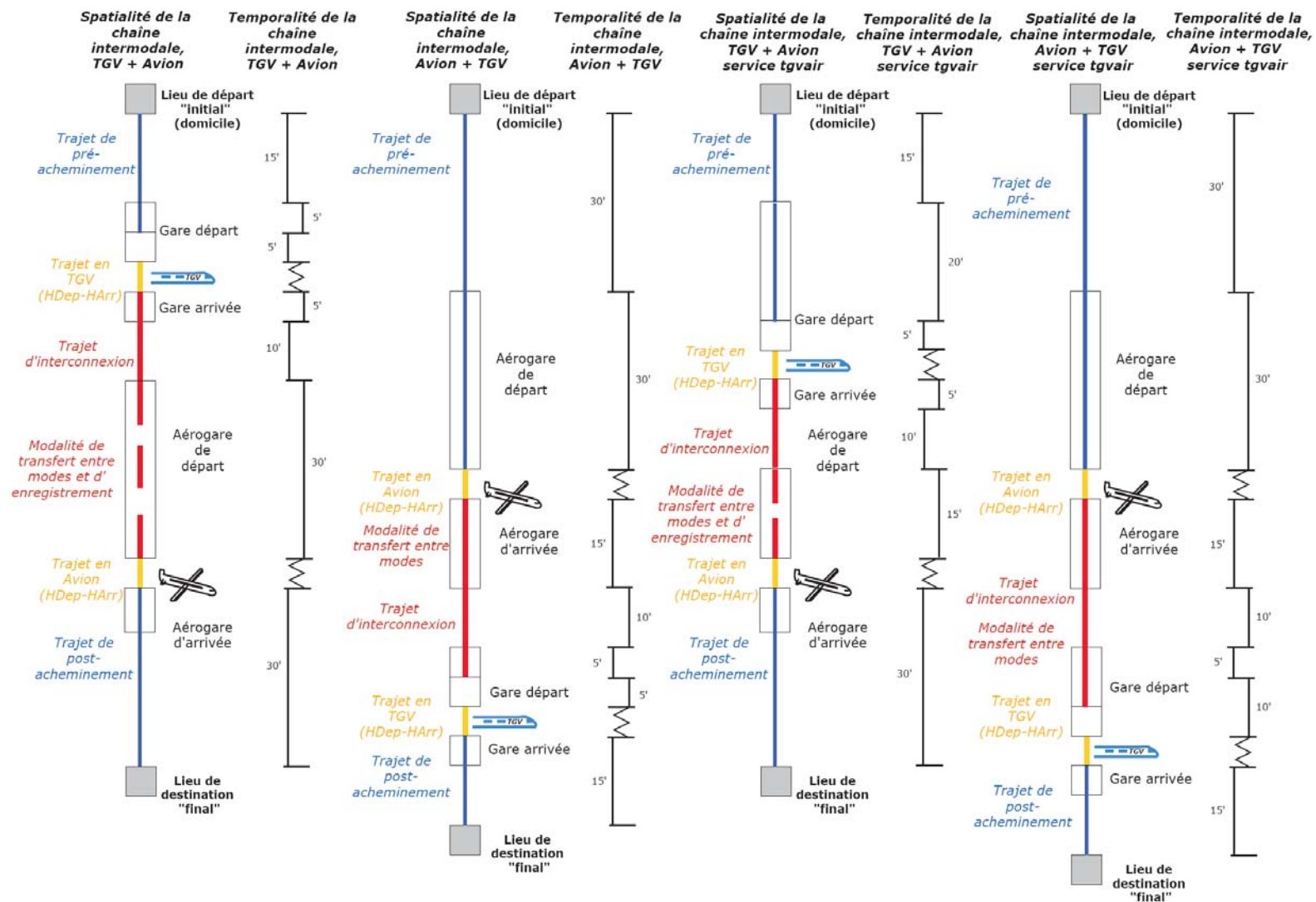


Figure 36 : Spatialité et temporalité des chaînes de déplacement

Une fois cette dernière étape franchie, la modélisation est complète et l'évaluation de l'offre de transport multimodale peut se faire dans NOD.

2.2.2 NOD, outil d'analyse, adaptation de l'algorithme de FLOYD et traitement des données

NOD permet l'étude des répercussions spatio-temporelles dans les projets qui modifient l'offre de transport. C'est un outil informatique qui évalue et compare les projets d'Aménagement se rapportant aux réseaux de transport. Il est conçu pour prendre conscience des transformations qu'exercent les réseaux de transport sur un territoire.

NOD entre en fonction quand le graphe est construit et que l'on dispose des fichiers nœuds et arcs décrits dans le point précédent. Comme on a pu le dire auparavant, le traitement des données passe par la gestion de toutes les données qui ont été entrées dans MAP.

Avant de décrire MapNod dans le détail, on doit préciser que l'installation et l'utilisation du logiciel nécessite la création d'un dossier localisé sur le disque principal de l'ordinateur (C:). Ce dossier nommé data contiendra tous les fichiers origines et résultats liés à MapNod. Data comptera plusieurs sous répertoires : nœuds, arcs, nœudval, arcval et cartes.

La procédure d'ouverture et de réglage est alors simple ; on propose de reprendre celles-ci pas à pas. Une fois MapNod lancé, la première étape consiste à ouvrir les fichiers nœuds et arcs du graphe. La méthode est la suivante, on sélectionne fichier, puis fichier du graphe et c'est une procédure automatique qui localise dans data, le répertoire nœuds où on sélectionne le fichier nœud et on lance son ouverture. Une fois validé c'est le répertoire arcs qui s'ouvre et on procède là encore à la sélection du fichier qui s'ouvre.

Les deux fichiers s'ouvrent dans MapNod et on a une vision de ce qu'ils contiennent : notre fichier de sommets compte 371 nœuds pour 21 132 arcs.

La deuxième étape consiste à pratiquer un test de validité des fichiers du graphe et permet de faire apparaître : les nœuds doubles, les nœuds isolés, les boucles, les arcs doubles et les arcs déconnectés.

La validité des fichiers est testée à la première utilisation et se fera à chaque modification du graphe.

La troisième étape s'attache au choix des réseaux empruntés, comme le montre la figure suivante :

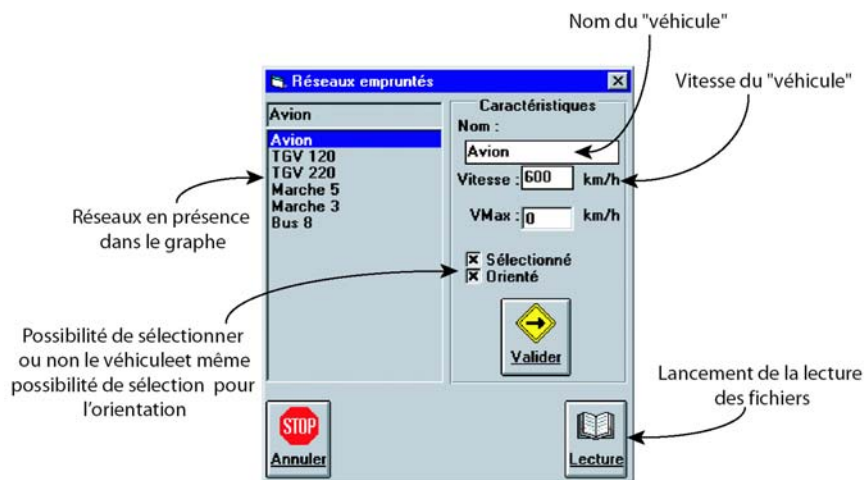


Figure 37 : Choix des réseaux empruntés dans MapNod

Dès qu'on a établi la sélection des réseaux empruntés, on lance une relecture des fichiers pour tenir compte de tous les réseaux sélectionnés.

On s'intéresse ensuite à la sélection des options de réglage qui renvoie principalement au choix de l'algorithme et de la valuation, qui se trouve sur la figure ci-dessous.

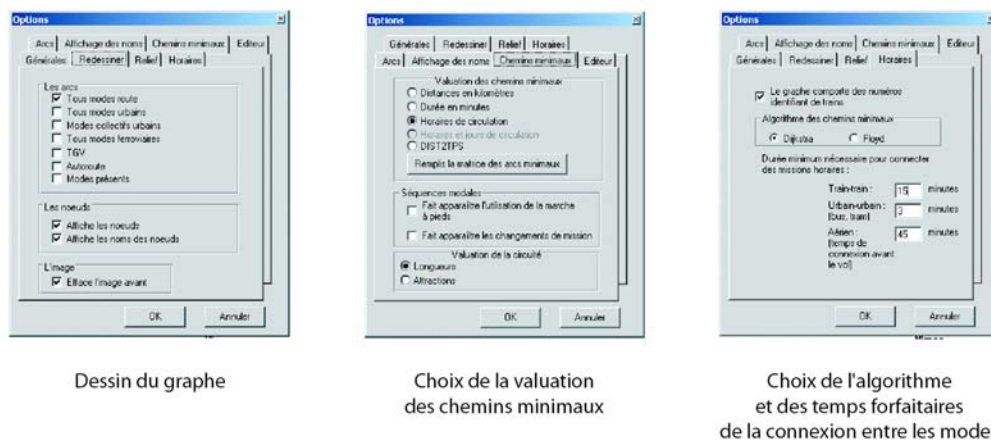


Figure 38 : Réglage des options, choix de l'algorithme et de la valuation

On s'intéresse d'abord à l'onglet des chemins minimaux, qui nous permet de définir le type de valuation. Celle qui nous concerne est celle des horaires de circulation, car la valuation est temporelle. On lance ensuite le remplissage de la matrice des arcs minimaux.

Avant de valider le choix des options, on doit sélectionner dans l'onglet, horaires, le choix de l'algorithme de référence des chemins minimaux. On a le choix entre deux

algorithmes : Dijkstra et celui de Floyd. L'algorithme de Dijkstra est présenté comme une alternative, plus complexe, à celui de Floyd⁵⁷². Encore en test dans MapNod, Dijkstra effectue les calculs relatifs aux plus courts chemins beaucoup plus rapidement que Floyd.

On fait le choix de garder l'algorithme de Floyd dont la présentation figure ci-dessous, comme référence pour l'instant.

L'algorithme de Floyd est utilisé pour déterminer les chemins minimaux entre tous les couples de sommets. Pour chaque couple $(i ; j)$, l'algorithme cherche, pour tout k , s'il n'existe pas un chemin plus court que le chemin $(i ; j)$ passant par k . schématiquement le fonctionnement de l'algorithme de Floyd est représenté ainsi :

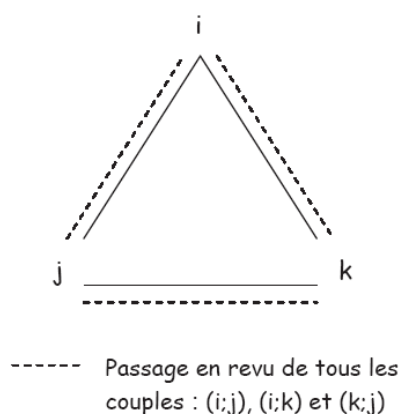


Figure 39 : Fonctionnement de l'algorithme de FLOYD

Le calcul est assez lourd puisque nous avons 21 132 couples (i,j) et que tous ces couples vont être testés pour savoir si chaque liaison (i,j) ne serait pas plus courte en passant par k . Plusieurs passages pour le calcul seront nécessaires en raison de l'abondance du nombre d'arcs et de la complexité du p-graphe horaire et le temps de calcul est très long. C'est en partie pour cette raison que les concepteurs de MapNod (Laurent Chapelon et Alain L'Hostis) poursuivent leurs recherches sur d'autres algorithmes comme Dijkstra.

Une fois tous les paramètres sélectionnés, on peut lancer le calcul de plusieurs indicateurs, car MapNod offre la possibilité d'accéder à trois familles d'indicateurs : les indicateurs nodaux, les indicateurs de liens et les indicateurs de réseaux.

⁵⁷² Hazaël-Massieux, D. (2004). Principes de l'algorithme de Dijkstra, <http://www.nimbustier.net>. Consulté en 2006.

Les chemins minimaux concernent la famille des indicateurs nodaux. Ce dernier calcul est l'outil principal de l'évaluation spatio-temporelle d'une chaîne multimodale. Le calcul des chemins minimaux impose que les étapes précédentes aient été remplies et le lancement du calcul se fait en se positionnant sur indicateurs nodaux, chemins minimaux, calcul.



Figure 40 : Lancement du calcul des chemins minimaux

La figure précédente nous montre qu'on a le choix dans le calcul, entre une série de quatre indicateurs de chemins minimaux qui se rapportent au contexte de notre étude : Contrainte sur l'heure de départ, contrainte sur l'heure d'arrivée, tous les chemins sur un intervalle horaire et temps minimaux sur un intervalle horaire.

Le choix de l'indicateur des chemins minimaux nous permettra de mesurer l'accessibilité des villes à différentes heures. Lorsqu'on entre une heure de référence par exemple sur un calcul avec contrainte sur l'heure de départ, il faut retenir que tout ce qui se trouve avant cette heure de référence ne sera pas pris en compte. Ainsi, si on choisit 0800 pour 8h00, toujours dans le cas d'une contrainte sur l'heure de départ, cela signifie qu'on ne prend pas en compte tout ce qui se passe avant 8h00 et que cette heure est une heure de référence qui donnera l'accessibilité d'un nœud à 8h00 du matin.

Le calcul est lancé après la fixation d'une heure de référence ou d'un intervalle de temps. Une fois terminé, on obtient une fenêtre qui propose le mode d'édition des fichiers des chemins minimaux.

On fait le choix du format pré-cartographique et du format nœud-valeur qui se structure sur trois champs distincts qui sont, le code du nœud, sa valeur et son nom. Ces informations nous permettront ensuite de pouvoir positionner géographiquement les résultats au moment de la production des cartes. Le nœud-valeur sera du type unipolaire, c'est-à-dire, qui exploite chaque case de la matrice. Contrairement au type multipolaire qui fait la sommation en ligne ou en colonne de la matrice.

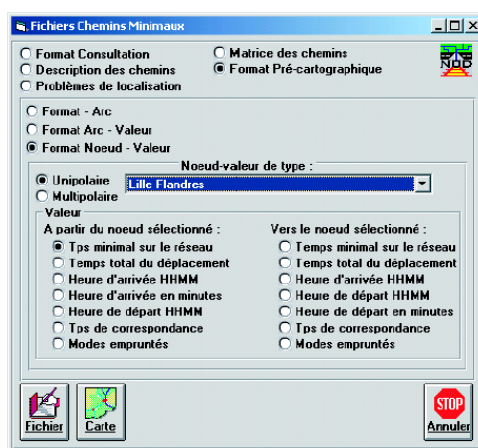


Figure 41 : Obtention des fichiers nœuds valeurs

Une fois ces choix établis dans la fenêtre, il faut sélectionner un nœud ainsi que le type de valeur que l'on souhaite. On verra plus loin que dans notre cas de figure, nous avons mis en avant les résultats sur l'heure d'arrivée en HHMM à partir du nœud sélectionné. La totalité des résultats que l'on peut obtenir se trouve sur la figure ci-dessus. Les résultats s'expriment en cercle proportionnel sur le graphe, via l'utilisation du bouton carte et en fichier de type texte.

Le choix d'une vision cartographique des résultats pour une ville, passe par le traitement statistique des valeurs. On charge le fichier nœud valeur, on choisit par exemple deux classes pour les arrivées avant et après 12h00.

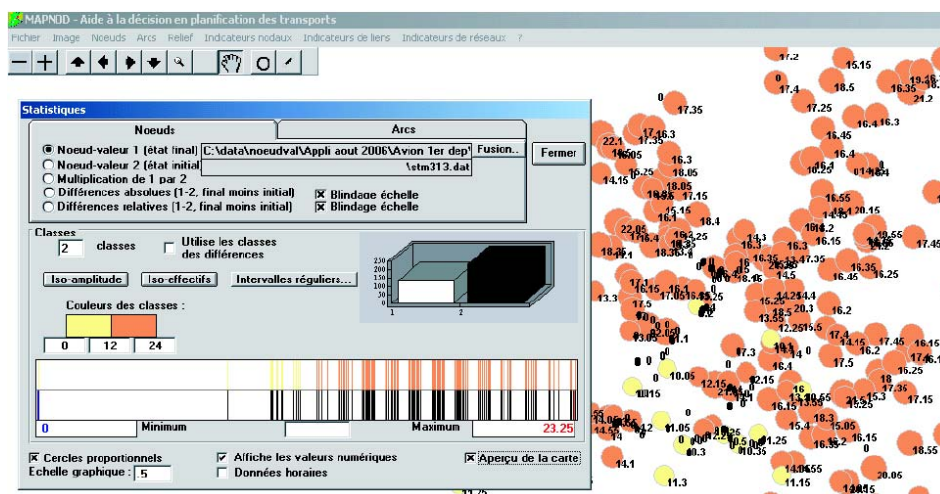


Figure 42 : Traitements statistiques des résultats

On règle l'échelle graphique, on coche sur « affichage des valeurs numériques » puis « aperçu de la carte » que l'on obtient immédiatement en fond sur le graphe, comme le montre la figure ci-dessus.

L'image obtenue dans MapNod est vectorielle. Elle peut ensuite être enregistrée au format wmf. Elle est enfin ouverte avec le logiciel Adobe Illustrator pour les traitements graphiques correspondant à l'habillage de la carte.

L'utilisation du logiciel MapNod, avec adjonction de MAP et NOD dans une même interface, nous permet dans la configuration décrite ci-dessus de mesurer l'accessibilité horaire dans le calcul des chemins minimaux d'une ville vers toutes les autres villes de l'échantillon.

L'introduction au logiciel MapNod nous a donc permis d'exposer la première approche consistant à l'évaluation de la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement des métropoles.

Dans le contexte de la méthode appliquée à cette évaluation, deux autres approches viennent compléter celle de l'accessibilité horaire.

2.3 Mesures d'accessibilité et rayonnement métropolitain

Depuis le début de notre analyse, nous avons fait le lien entre accessibilité et rayonnement. L'accessibilité rend compte de la possibilité pour une métropole de rayonner.

On souhaite dans ce point inscrire les mesures d'accessibilité en relation avec la question du rayonnement en mettant en avant un aspect de celui-ci : la maîtrise des modes de transports qui conduit à des déplacements rapides et efficaces.

Dans ce contexte, on propose de définir, dans un premier temps, le rayonnement pour envisager ensuite le rôle de l'accessibilité dans les besoins de déplacement liés au processus métropolitains. Il sera également question de présenter les trois approches complémentaires qui seront menées ensuite.

2.3.1 Accessibilité et rayonnement métropolitain

Le rayonnement fait partie du vocabulaire « technocratique » comme en témoigne son utilisation dans les documents de la DATAR. Son emploi en géographie reste sujet à confusion et à ambiguïté comme le souligne Roger Brunet⁵⁷³ dans la définition qu'il propose de ce terme. En effet, le rayonnement se rapporte, premièrement, non pas à une ville, ni à une métropole mais à « *l'énergie émise par*

⁵⁷³ Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (1993). Les Mots de la Géographie, dictionnaire critique, Reclus, La Documentation Française.

un corps »⁵⁷⁴. Le terme renvoie aussi à « *un mode de propagation de l'énergie sous forme d'ondes ou de particules* », il évoque enfin le « *fait de se propager durablement, d'influencer* »⁵⁷⁵.

Lorsque Roger Brunet rapporte le rayonnement à la ville, il souligne que pour elle « *c'est plutôt sa faculté de se constituer en rayon, [...] le rayonnement est toujours orienté, centrifuge, non réciproque [...]. La ville est alors vue comme un soleil, quoiqu'on la qualifie de pôle* »⁵⁷⁶. Bien que Roger Brunet propose une « restriction » à certains usages comme le rayonnement d'une œuvre ou d'une innovation et qu'il renvoie à l'utilisation d'un autre terme comme l'attraction, selon lui « *plus rigoureux et moins sentimental, même s'il implique un mouvement dans l'autre sens, centripète* »⁵⁷⁷. De notre côté, nous proposons de garder le terme de rayonnement car c'est bien l'idée de la faculté de la ville à s'ouvrir à l'extérieur, donc les forces centrifuges que l'on souhaite mettre en avant. Dans les documents d'aménagement du territoire, c'est bien le rayonnement et non pas l'attraction qui est mis en avant.

Ces forces, nous les approchons dans des mesures d'accessibilité externe, c'est-à-dire au-delà de la ville en menant une analyse des trajets rapides et efficaces. Notre objectif est bien le lien métropole – accessibilité que nous voulons envisager dans le besoin de déplacement des personnes s'inscrivant dans le processus métropolitain.

Cette idée nous renvoie à ce que l'on a pu traiter dans la première partie au chapitre 2, sur les fonctions métropolitaines et la place des EMS (Emplois Métropolitains Supérieurs) dans la mesure de la métropolisation. Sans se focaliser sur les EMS, on veut analyser la possibilité des déplacements extérieurs des métropoles dans une logique multimodale pour évaluer leur rayonnement.

Ainsi, on met l'accent sur des déplacements très précis et on renvoie à des mesures s'attachant à ce type de trajet rapide et efficace. Nous mettons donc en avant trois approches complémentaires qui vont nous servir à analyser ces déplacements : l'accessibilité horaire, l'analyse des relations ainsi que les allers-retours journée. Ces trois approches sont détaillées dans les trois points suivants.

⁵⁷⁴ Ibid.

⁵⁷⁵ Dictionnaire du Petit Larousse illustré, 2005.

⁵⁷⁶ Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (1993). Les Mots de la Géographie, dictionnaire critique, Reclus, La Documentation Française.

⁵⁷⁷ Ibid.

2.3.2 L'accessibilité horaire :

L'introduction à MapNod à travers un exemple nous a déjà permis d'introduire l'indicateur d'accessibilité horaire. On propose de reprendre sa présentation ici, dans le contexte des liens qu'il permet d'établir entre métropole, accessibilité et rayonnement. L'accessibilité horaire renvoie à l'analyse du temps de parcours au départ ou à destination d'un lieu donné à un instant donné. Contrairement aux logiques classiques des temps minimaux, on s'inscrit dans une logique horaire qui permet de travailler sur les déplacements dans des réseaux qui sont soumis à des contraintes d'horaires de circulation comme c'est le cas de l'aérien ou du ferroviaire à grande vitesse.

Ainsi, dans les calculs des chemins minimaux dans une logique horaire, soit on fixe une heure de départ et le chemin se développe ensuite, soit on fixe une heure d'arrivée et le chemin que l'on cherche est celui partant le plus tard et permettant d'atteindre le lieu avant l'heure d'arrivée fixée en début de calcul.

L'insertion de ces mesures dans nos objectifs de travail s'explique par le fait que l'accessibilité horaire correspond à un besoin de déplacement réaliste des indicateurs du type : « je veux partir à telle heure de telle ville, à quelle heure vais-je arriver dans telle autre ». Ce type d'indicateurs renvoie directement au formalisme de la géographie espace-temps d'Hagerstrand. C'est aussi un moyen d'évaluer « spatio-temporellement » l'offre et la performance des chaînes de transport de manière synthétique.

En complément de cette analyse de l'accessibilité horaire, nous proposons deux autres approches pour apprécier le rayonnement des métropoles, qui impliqueront également pour une de celle-ci, l'utilisation de MapNod.

La première de ces deux approches est en lien direct avec les travaux de Philippe Menerault et Vaclav Stransky⁵⁷⁸ qui proposent une analyse de l'offre de transport intermodale dans une logique de service à l'échelle nationale. Nous verrons que cette logique d'analyse a été automatisée pour travailler dans un contexte européen. Puis dans un deuxième temps nous nous intéresserons à l'indicateur des allers-retours journée entre les métropoles.

⁵⁷⁸ Menerault, P. et Stransky, V. (1999). "La Face cachée de l'intermodalité : Essai de représentation appliquée au couple TGV/AIR dans la desserte de Lille." Les Cahiers Scientifiques du Transport(35): 29-53.

2.3.3 Analyse des relations

Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, la deuxième approche que l'on considère dans l'analyse de la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement des métropoles, s'inspire de la méthode utilisée par Philippe Menerault et Vaclav Stransky⁵⁷⁹ dans leur représentation de l'intermodalité dans une logique de service, à l'échelle nationale au départ de l'agglomération lilloise.

Nous proposons dans ce point de reprendre brièvement leurs travaux et de décrire les principales étapes du complément apporté à leur méthode pour travailler cette analyse de l'offre de transport intermodale dans une logique de service à l'échelle européenne.

L'objectif de leur analyse vise à démontrer que l'étude de l'offre de transport ne peut s'arrêter à ne considérer que l'offre monomodale au départ d'une ville. L'idée est ici de dépasser la vision monomodale comme seul élément représentatif de l'accessibilité d'une ville et de Lille en particulier.

La méthode de Philippe Menerault et Vaclav Stransky qui vise à la représentation de l'offre intermodale au départ de Lille repose sur un certain nombre de choix méthodologiques. Cette approche s'appuie sur une analyse systématique des vols directs et avec une correspondance au départ de Lille-Lesquin ainsi que des vols directs au départ de Roissy CDG. Il s'agit d'établir le nombre de vols quotidiens pour chaque destination en étudiant les horaires d'avion des aéroports de Lille-Lesquin et de Roissy CDG. A cela s'ajoute, la prise en compte des horaires de TGV de Lille vers Roissy CDG et dans ce sens de circulation.

Ils choisissent de ne retenir que les trajets où le temps de transport est minimisé. A cette première condition, ils ne considèrent que les départs qui sont espacés d'au moins 45 minutes. C'est-à-dire que sur une relation A – B avec trois vols qui partent entre 13h00 et 13h40, ils ne prendront en compte qu'un vol. En d'autres termes, cela revient à soustraire de l'analyse la question de la capacité. De plus, ils ne prennent pas en compte la variable prix car c'est le temps de transport qui prime sur cette dernière variable.

Une deuxième série de choix méthodologiques est retenue par les auteurs et concerne le mode ferroviaire. Premièrement, ils fixent, là encore, une limite temporelle pour ne considérer que les TGV qui mettent une heure ou moins entre

⁵⁷⁹ Ibid.

Lille et Roissy CDG. Ainsi, ils choisissent d'écarter tous les TGV qui ne sont pas directs entre le point d'origine et le point de destination.

De plus, dans leur analyse, ils considèrent l'offre ferroviaire d'un jour ouvrable comme pour l'offre aérienne.

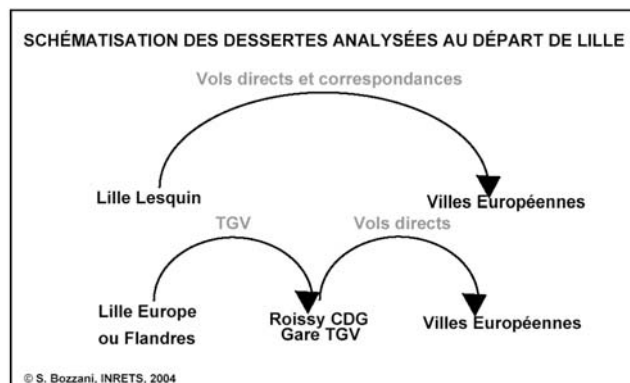


Figure 43 : Chaînes de transport analysées par Philippe Menerault et Vaclav Stransky⁵⁸⁰

Enfin, ils posent une dernière condition qui fixe un temps d'interconnexion compris entre 20 minutes (limite inférieure) et 1 heure (limite supérieure).

Par rapport à notre objet d'étude et la méthode que Philippe Menerault et Vaclav Stransky ont adoptés, leurs travaux apparaissent comme une piste dans ce que nous cherchons à démontrer.

Toutefois, notre analyse conduite à l'échelle de l'Europe et non à l'échelle nationale, comme il est question dans l'analyse de Philippe Menerault et Vaclav Stransky, suppose le traitement d'une grande quantité d'informations, notamment dans la manipulation des horaires, qui manuellement semble dès maintenant problématique. Bien que la question du terrain et des données soit traitée dans le chapitre suivant, l'application de l'analyse de Philippe Menerault et Vaclav Stransky à une autre échelle ainsi que son développement, nécessite qu'on explore des pistes de travail concernant les villes et les données à manipuler.

On part donc des éléments de méthode fournis par les deux auteurs et on va procéder à l'analyse systématique des vols et des TGV pour un jour ouvrable. On applique un temps d'interconnexion entre le ferroviaire et l'aérien d'1 heure et on applique un temps d'attente de 30 minutes maximum.

Ainsi, pour un service ferroviaire donné, les articulations possibles avec l'avion à Roissy CDG ne sont possibles que pour un décollage s'effectuant au minimum une

⁵⁸⁰ Bozzani, S. (2005). "L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain : étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle au départ de Lille." *Cahiers Scientifiques du Transport* n° 47: p. 61-88.

heure et au maximum une heure trente après l'arrivée du train. La figure suivante présente un exemple de l'offre intermodale considérée dans notre analyse :

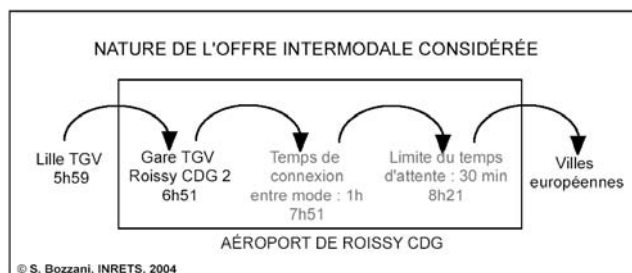


Figure 44 : L'offre intermodale considérée, exemple avec le cas lillois⁵⁸¹

L'idée générale de la procédure d'automatisation de l'analyse des relations qui dans la théorie des graphes peut être assimilée à une analyse de la contiguïté⁵⁸² repose sur le recueil des données horaires et leur exploitation dans un support adéquat. Le support choisi est un tableur Excel, dans celui-ci, on procèdera à une mise en forme et une exploitation des données horaires pour parvenir à la comptabilisation automatique des horaires qui concernent le mode aérien⁵⁸³.

On peut alors cartographier les résultats qui concernent l'analyse des relations aériennes, c'est-à-dire obtenir une lecture de l'offre monomodale aérienne.

Ensuite, on passe à l'analyse du mode ferroviaire, pour toutes les villes dont on a étudié les relations aériennes, on cherche les horaires de TGV vers Roissy CDG et / ou Lyon Saint-Exupéry.

Une fois qu'on est en possession de ces horaires, on doit faire le tri pour ne garder que les horaires les plus performants selon les conditions définies au départ.

Ensuite, à chaque heure d'arrivée on ajoute le temps de connexion fixé (exemple : 1heure) puis le temps maximum d'attente avant le départ d'un vol (30 minutes). Enfin, dans cette plage horaire d'attente, de 0 à 30 minutes, on comptabilise tous les vols au départ de Roissy CDG et / Lyon Saint-Exupéry.

Contrairement à la première partie de l'analyse des relations (aériennes), les traitements qui concernent le ferroviaire n'ont pas été automatisés, mais auraient pu

⁵⁸¹ Ibid.

⁵⁸² Bunge, W. (1966). *Theoretical geography*. Lund (Sweden), C.W.K. Gleerup. Et Pumain, D. et Saint-Julien, T. (1997). *L'Analyse spatiale : Localisation dans l'espace*. Paris, Armand Colin. La contiguïté d'ordre 1 désigne les vols directs et la contiguïté d'ordre 2 qualifie les relations réalisables avec une unique correspondance.

⁵⁸³ Le détail de la mise en forme et de l'exploitation des données horaires pour parvenir à la comptabilisation automatique des horaires du mode aérien figure en annexe 5 (Analyse des relations).

l'être. L'ultime étape consiste, là encore, à comptabiliser le nombre de relations possibles vers chaque destination mais aussi à cartographier cette offre intermodale. L'analyse se poursuivra par une cartographie de synthèse qui fera la différence entre l'analyse des relations aériennes et celle des relations intermodales. L'atout majeur de cette approche réside dans le fait de proposer autre chose qu'une vision monomodale superposée des modes de transport.

L'analyse est réalisée selon une logique de services et attribuée à chaque ville étudiée une configuration modale ou chaque mode dispose d'un espace de pertinence.

Nous verrons, cependant, que cette approche n'est pas suffisante pour évaluer la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires. La raison principale est la non prise en compte par cette approche de la performance temporelle.

Cette méthode nécessite donc d'être complétée par d'autres approches, comme l'accessibilité horaire présentée dans le point précédent ou encore l'approche qui consiste à vérifier la possibilité des allers-retours journée d'une ville à une autre.

2.3.4 Allers-retours journée

L'indicateur des allers-retours dans la journée découle de la volonté de mesurer la qualité des liens entre les villes. Le principe des allers-retours dans la journée répond aux besoins du fonctionnement d'un réseau de villes. Ils correspondent à des déplacements qu'il est possible d'effectuer au cours d'une journée, soit occasionnellement, soit tous les jours de la semaine selon les paramètres fixés.

Cet indicateur travaillé par Alain L'Hostis et Hervé Baptiste⁵⁸⁴ au cours du Projet ORATE-ESPON⁵⁸⁵ trouve sa place dans notre analyse, puisque l'indicateur se fonde sur l'hypothèse que pour des relations entre métropoles, l'organisation et le fonctionnement des réseaux de transport rapides doivent permettre des allers-retours sur une journée.

⁵⁸⁴ L'Hostis, A. et Baptiste, H. (2003). Une Région polycentrique ? Analyse du service de transport dans le système urbain du Nord-Pas-de-Calais. Innovation Technologique pour les transports terrestres (TILT), Lille, G.R.R.T.

⁵⁸⁵ Le projet ORATE (Observatoire Européen en Réseau de l'Aménagement du Territoire) ou ESPON (*European Spatial Planning Observation Network*) est un programme INTERREG III, <http://www.espon.lu>

Dans ce contexte, Alain L'Hostis⁵⁸⁶ base son propos sur la « géographie de l'espace-temps » de Torsten Hägerstrand. En effet, la géographie de l'espace-temps de Torsten Hägerstrand⁵⁸⁷ ou « *Time Geography* » vise à une analyse des interrelations entre trois éléments : activités, espaces et temps.

La principale mesure qu'on mobilise autour de la géographie de l'espace-temps est l'accessibilité quotidienne ou « *daily accessibility* ». Cet indicateur est basé, dans la mesure de la performance territoriale du système de transport en Europe, sur la possibilité de réaliser sur une journée un aller-retour en passant 6 heures minimum à destination. L'indicateur a pour ambition d'illustrer des possibilités pour l'utilisateur d'effectuer des déplacements alternants (aller-retour) quotidiens entre chaque ville présente dans l'échantillon.

Alain L'Hostis et Hervé Baptiste⁵⁸⁸ présentent la méthode des allers-retours comme un outil de l'analyse de « *la réponse du système de transport à des demandes de déplacement potentielles ou exprimées* », mais aussi comme outil d'« *analyse de l'organisation spatiale du système en lien avec les objectifs d'aménagements* » de la région Nord-Pas-de-Calais étudiée dans leur article.

À une autre échelle, celle des métropoles européennes⁵⁸⁹, il s'agit ici de mesurer des liens quotidiens entre métropoles qui permettent d'analyser la qualité des relations entre celles-ci ainsi que le niveau de cohésion du système des villes européennes.

Il reste alors à structurer ces allers-retours dans un schéma adapté à la mesure des relations entre métropoles :

⁵⁸⁶ L'Hostis, A., Mathis, P., Bozzani, S., Buguellou, J.-B., et al. (2005). Polycentrisme européen et organisation des réseaux de transport : Mesures de la performance territoriale du système de transport. «Villes et réseaux en Europe : quelles intégrations territoriales ?». Session 4 : Réseaux d'échanges et de coopérations : quelles potentialités ? La Rochelle.

⁵⁸⁷ Hägerstrand, T. (1970). "What about people in regional science ?" *Papers of the Regional Science Association* 24: p. 7-21.

⁵⁸⁸ L'Hostis, A. et Baptiste, H. (2003). Une Région polycentrique ? Analyse du service de transport dans le système urbain du Nord-Pas-de-Calais. Innovation Technologique pour les transports terrestres (TILT), Lille, G.R.R.T.

⁵⁸⁹ L'Hostis, A., Mathis, P., Bozzani, S., Buguellou, J.-B., et al. (2005). Polycentrisme européen et organisation des réseaux de transport : Mesures de la performance territoriale du système de transport. «Villes et réseaux en Europe : quelles intégrations territoriales ?». Session 4 : Réseaux d'échanges et de coopérations : quelles potentialités ? La Rochelle.

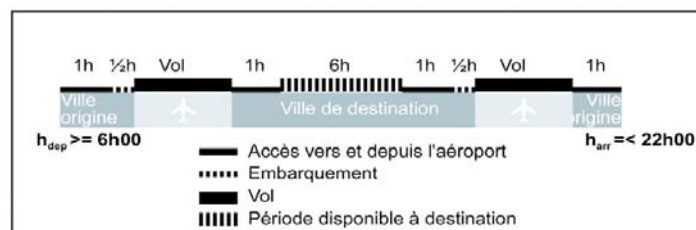


Figure 45 : Chaîne de déplacement de type aller-retour⁵⁹⁰

La structure des allers-retours propose une schématisation d'une chaîne complète de déplacement qui se distingue de toutes celles vues jusqu'à présent, en ce qu'elle prend en compte la chaîne de transport de l'aller et celle du retour. Un seul mode de transport est ici pris en compte, l'aérien. Les autres étapes disposent de temps forfaitaire : le pré et le post-acheminement à l'aéroport est évalué à 1 heure, de plus 30 minutes sont imputées aux modalités d'enregistrement avant le vol. De plus l'aller-retour devra s'effectuer dans l'intervalle 6h – 22h.

Ce schéma permet de mieux appréhender les étapes de modélisation dans le graphe. L'indicateur est ensuite travaillé dans MapNod, où on lance des calculs d'accessibilité horaires. En effet, en se servant des fichiers nœuds et arcs dont on dispose on va lancer un calcul des chemins minimaux sur un intervalle horaire, 6h – 22h et on cartographie les résultats.

L'introduction de l'indicateur des allers-retours permet d'évaluer dans notre contexte d'analyse les interrelations entre métropoles. Le mode aérien qui est considéré comme le principal outil pour « définir » l'ouverture d'une ville est alors introduit dans l'indicateur et permet d'évaluer le rayonnement externe quotidien pour les villes de l'échantillon. Bien que le résultat n'intègre pas l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse, pour le moment, celui-ci apporte des éléments concrets car complété de l'analyse des relations et de celle de l'accessibilité horaire, nous verrons qu'il trouve sa place dans notre démonstration.

La possibilité des allers-retours journées dans une perspective d'activation de l'intermodalité sera abordée au travers de la combinaison de deux indicateurs d'accessibilité horaire, les premiers départs et celui des derniers retours sur une journée.

Le propos initial de cette section, nous a permis de valider l'utilisation du logiciel MapNod pour la modélisation de la chaîne multimodale. Outre la présentation

⁵⁹⁰ Ibid.

détaillée du logiciel, ce point s'est attaché à présenter les possibilités offertes par MapNod dans la modélisation mais aussi l'évaluation et la représentation de l'offre de transport. On a souhaité présenter MapNod dans un contexte d'utilisation qui nous a permis d'introduire une chaîne multimodale de transport et sa structure dans le graphe. Il a été notamment question de définir les spatialités et les temporalités de toutes les chaînes. Ainsi, on a défini les temporalités des chaînes qui seront retenues dans les calculs d'accessibilité. Nous avons ensuite fait le choix de présenter, par rapport à nos objectifs de travail, les trois approches que nous utiliserons.

Ainsi, on a vu que l'évaluation de la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires sera réalisée à partir de trois analyses complémentaires : l'accessibilité horaire calculé à partir des chemins minimaux pour une heure de départ, l'accessibilité quotidienne qui repose sur l'indicateur des allers-retours journée calculé à partir des chemins minimaux sur un intervalle de temps. Enfin, l'analyse des relations qui repose sur l'adaptation des travaux de Philippe Menerault et Vaclav Stransky à une autre échelle de travail, l'Europe.

Conclusion

L'analyse des méthodes et outils pour mesurer l'apport de l'intermodalité à l'ouverture et à la structuration des territoires nous a d'abord amené à explorer les analyses réalisées sur l'intermodalité à longue portée. Dans ce cadre, on a mis en avant trois méthodes que l'on a décrites. Les types de résultats fournis par chacune de ces méthodes nous conduisent à les intégrer à notre analyse. La méthode de Jean Varlet, plus descriptive que les deux autres, a déjà été utilisée dans la partie précédente et nous a permis d'établir une typologie des pôles air-fer en Europe.

La deuxième méthode qui repose sur une analyse de l'offre de service de transport à Lille, proposée par Philippe Menerault et Vaclav Stransky, indiquée dans le premier point comme une piste intéressante à suivre, a été développée par une automatisation des calculs, dans le point deux, pour répondre aux contraintes de la masse des données à traiter en transposant la méthode à l'échelle européenne.

La dernière méthode proposée, celle de Laurent Chapelon, constitue le point d'ancrage de la méthode retenue pour évaluer l'offre de transport européenne.

À la suite de la description de l'évaluation des chaînes intermodales de transport, on a ainsi validé l'utilisation de la méthode des graphes dans la modélisation de la chaîne de transport et son évaluation. Le point suivant, s'est alors attaché à introduire les graphes et à décrire le support de la modélisation, MapNod, pour effectuer nos analyses. On a également inséré dans ce point la présentation des indicateurs retenus pour évaluer l'offre multimodale de transport à l'échelle européenne.

Trois approches complémentaires sont développées : l'accessibilité horaire pour une heure de départ et l'accessibilité quotidienne qui renvoie à l'indicateur des allers-retours journée avec le calcul des chemins minimaux dans MapNod, constituent les deux premières. La troisième approche qui réside dans l'analyse des relations renvoie quant à elle aux travaux de Philippe Menerault et Vaclav Stransky. La méthode a été automatisée pour permettre le changement de l'échelle de travail qui démultiplie l'offre de transport à traiter.

Il nous reste alors, dans ce contexte européen, à déterminer précisément quelle Europe et quelles villes on souhaite analyser. Le chapitre qui suit vise donc à déterminer le terrain, une fois celui-ci validé, nous procéderons au recueil des données nécessaires à l'application de la méthode retenue.

Chapitre 8 : Le terrain, les données, construction d'une chaîne multimodale de transport à l'échelle européenne

Introduction

La définition du terrain et des données nécessite l'explicitation de l'objectif précis à atteindre. Cet objectif consiste, d'une part, à envisager la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration du territoire français, d'autre part, à mesurer l'espace de pertinence de l'articulation des modes aériens et ferroviaires à grande vitesse. Pour cette démonstration, on va mettre en scène des espaces urbains français dans un espace plus large, l'Europe. L'analyse consistera à étudier ces espaces sous l'angle du rayonnement externe évalué à travers une accessibilité multimodale.

Ainsi, pour mener à bien ces analyses, plusieurs interrogations guideront nos propos. La première de ces questions est la définition de l'espace de travail ; nous avons évoqué l'Europe mais il nous faut justifier ce choix. A cela s'ajoute la question des villes choisies, sur quels critères établit-on le choix ? Une fois les villes définies nous devons établir la liste des aéroports et des gares ferroviaires accueillant des trains à grande vitesse. L'ensemble de ces questions sera traité dans la première section. Nous aborderons ensuite la question des données.

Dans une deuxième section, il sera question de la nature des données à recueillir en fonction des listes de villes, d'aéroports et de gares. Premièrement, il nous faut disposer des horaires de circulation de l'aérien et du ferroviaire et nous devons pour cela localiser les données à recueillir et établir une méthode de recueil. Parallèlement, nous devons nous intéresser à l'attribution de temps d'accès aux infrastructures considérées – aéroports et gares – ainsi que lorsqu'il y a lieu à l'attribution de temps de connexion et d'interconnexion entre les modes. Le deuxième point sera consacré à la méthode de traitement des données recueillies et à la construction d'une base de donnée, finalisée ensuite par la construction des fichiers nœud et arcs exploitables dans MapNod.

1. Le terrain d'analyse : la France dans l'espace européen

On cherche à mettre en valeur le rayonnement métropolitain ou plus exactement mettre en scène des métropoles que nous voulons étudier sous l'angle du rayonnement externe en évaluant leur accessibilité.

Dans le contexte d'une analyse du rayonnement métropolitain des villes françaises, l'espace de travail ne peut s'arrêter à la France. On part donc de l'idée de la définition d'une métropole qui impose à la ville, pour être considérée comme telle d'être accessible de par la maîtrise des modes transport, notamment les modes à grandes vitesses, qui assurent à cet espace un rayonnement sur la scène nationale mais aussi internationale.

L'accessibilité externe d'un espace urbain renvoie principalement à deux modes de transport analysés jusqu'à aujourd'hui dans une vision monomodale. Les modes ainsi travaillés pour établir le rayonnement externe d'une ville sont d'une part le transport aérien et d'autre part le transport maritime⁵⁹¹. Ainsi, le rayonnement externe est-il mesuré par le trafic aéroportuaire associé à des mesures d'accessibilité, et par le trafic portuaire.

Notre objectif est alors de ne pas s'arrêter à la vision monomodale proposée pour apprécier le rayonnement réel d'une métropole et envisager la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires et notamment la structuration du territoire national. Pour mettre en scène des métropoles françaises et évaluer leur rayonnement on va s'inscrire dans un espace plus large que l'espace national. On fait donc le choix de l'Europe qu'on explicitera dans le premier point. Le deuxième point s'intéressera lui à justifier le choix des villes notamment celui concernant les villes françaises retenues comme cas d'études et renvoyant à nos hypothèses de travail.

1.1 Le choix de l'Europe

L'analyse de l'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à la structuration des territoires, nous amène à nous interroger sur la nature du terrain qui nous servira de support à l'étude du rayonnement externe des métropoles.

⁵⁹¹ Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). Les Villes européennes : Analyse comparative. Paris, DATAR.

On va évaluer le rayonnement dans un espace plus large que l'espace national, à savoir celui de l'Europe. Ce choix de l'Europe trouve également comme origine, les travaux de l'ORATE dans le cadre duquel les bases de données ont été constituées. Le projet ORATE (Observatoire Européen en Réseau de l'Aménagement du Territoire) ou en anglais, *ESPON (European Spatial Planning Observation Network)* est un programme INTERREG III qui a pour ambition d'établir un observatoire du territoire européen et d'assurer la coopération et la complémentarité entre les Etats membres de l'Union Européenne, la Commission Européenne et les Instituts de recherches dans les domaines de l'Aménagement et du développement du Territoire. L'Europe choisie, est donc dans un premier temps celle de l'ORATE (en bleu sur la carte), c'est-à-dire l'Union Européenne des 25 élargie à la Bulgarie et la Roumanie, d'une part, et à la Suisse et à la Norvège, d'autre part. Dans ce cadre d'analyse on écarte les DOM-TOM que l'on choisit de ne pas intégrer aux mesures ni aux représentations.

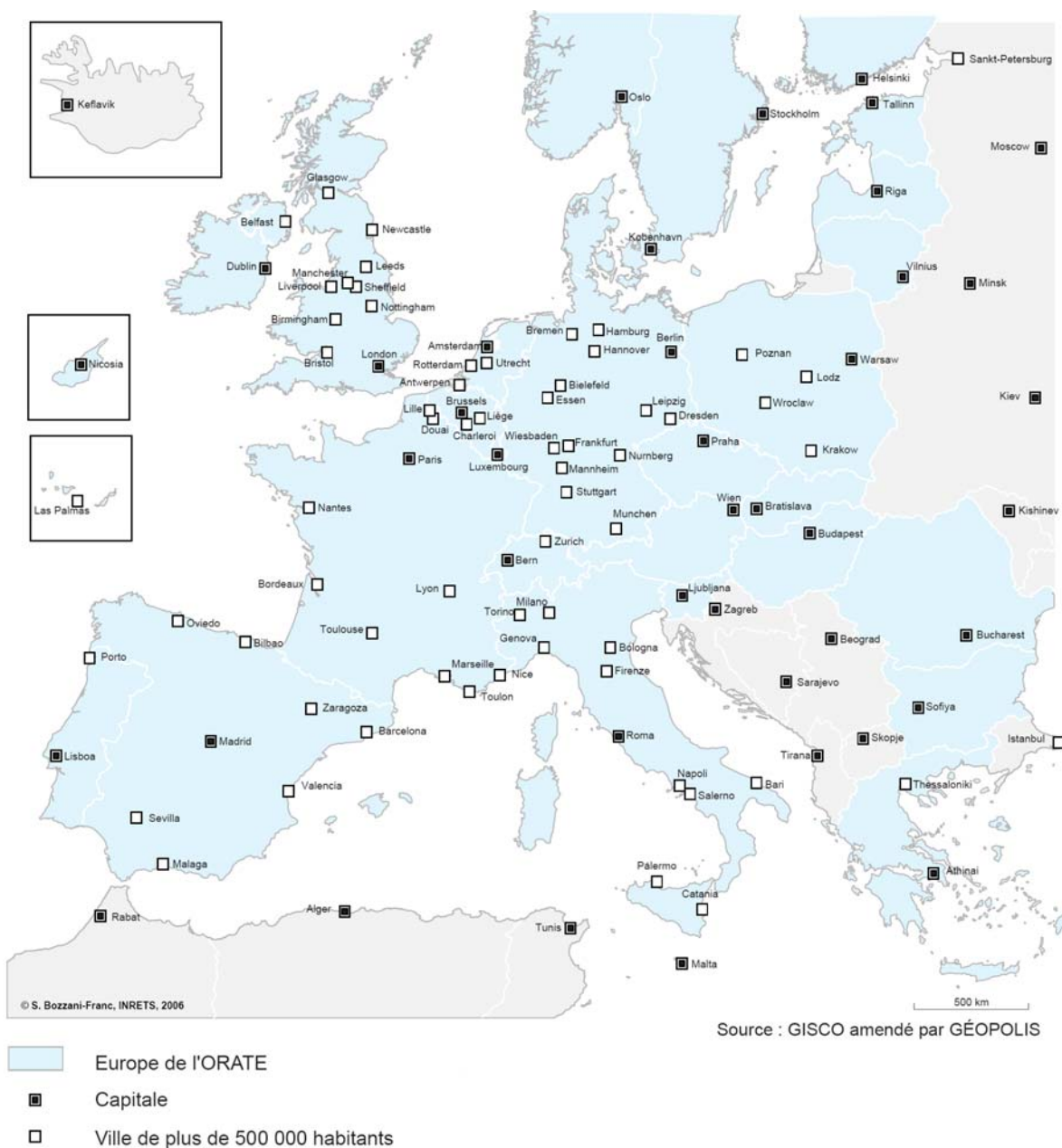


Figure 46 : Le choix de l'Europe comme terrain d'analyse

Pour envisager les relations à l'échelle européennes, nous avons voulu élargir le terrain de l'ORATE / ESPON aux pays voisins. On établit une extension du terrain retenu initialement. Cette extension s'intéresse aux pays limitrophes de la première sélection de pays. Ainsi, s'ajoute à la liste initiale des 29 pays qui figurent dans l'ORATE, les pays suivants (signalés en grisé sur la carte) :

- Albanie
- Biélorussie
- Bosnie
- Croatie
- Islande
- Macédoine
- Moldavie
- Russie

- Serbie
- Turquie (on ne prend en compte que Istanbul)
- Ukraine

On ajoute enfin les capitales de trois pays du Maghreb : l'Algérie (Alger), le Maroc (Rabat) et la Tunisie (Tunis). Ce qui nous amène à considérer 43 pays dans notre analyse.

Une fois la liste des pays établie, on s'intéresse au choix des villes. Rappelons que le choix des villes a pour objectif de nous amener à une liste de métropoles qui va nous permettre de mesurer le rayonnement externe de celles-ci à travers des indicateurs d'accessibilité. Ce choix est effectué en plusieurs étapes et repose sur deux critères majeurs : le premier est un critère administratif, tandis que le deuxième est démographique.

Le critère administratif recense toutes les capitales des pays figurant à notre liste et représentées sur la carte ci-dessus.

À ce premier critère s'ajoute un critère démographique, qui nous amène à une liste de villes construites en deux temps.

Le premier questionnement est lié à la construction de la liste des villes et concerne le seuil de population à appliquer pour ne considérer que des métropoles.

L'établissement de ce seuil nous renvoie alors à la définition de métropole et au travail effectué en première partie de la thèse.

Dans un premier temps, on se base sur la définition de Jean Renard⁵⁹², pour qui, une métropole est définie comme un objet urbain participant aux processus d'échanges à l'échelle mondiale. Cet objet urbain est marqué par l'association d'au moins trois dimensions : un poids démographique suffisant qu'il fixe à 500 000 habitants, la présence d'activités économiques et culturelles nombreuses et diversifiées, enfin, un rayonnement global assuré par la maîtrise des moyens de communications qui confère à cet objet une ouverture à l'internationale.

Se basant sur cette définition, on établit le seuil de population, aux villes d'au moins 500 000 habitants. Ces métropoles au nombre de 94 dont 31 sont également des capitales, sont représentées sur la carte.

⁵⁹² Renard, J. (2000). "Nantes, métropole inachevée?" L'Information Géographique 2: 117-133.

Pour établir cette liste nous avons consulté plusieurs bases de données recensant la population des métropoles. Le travail mené autour du projet ORATE nous a donné accès à la base GISCO.

Cette base de données est construite à partir des recensements nationaux des pays de l'Europe qui figure dans l'ORATE. La base appartient à la Commission Européenne. L'inconvénient majeur est que cette base est construite à partir de la compilation des recensements nationaux, c'est-à-dire que les données des recensements effectués à des dates différentes et surtout à des méthodologies différentes figurent dans les mêmes tableaux.

Ce problème sera d'ailleurs récurrent pour toutes les bases consultées. Il faut aussi souligner que la base GISCO informe sur la localisation de 7 000 centres urbains qui figurent dans une table nommée Agglomérations. Les centres urbains recensés dans ce tableau sont considérés comme tels si la population est supérieure ou égale à 10 000 habitants et supérieure ou égale à 20 000 habitants pour les Pays Bas et l'Allemagne.

Pour constituer notre liste des métropoles de plus de 500 000 habitants, on a souhaité consulter une autre source, ainsi, la base GISCO a été amendée par la base Géopolis.

La base Géopolis⁵⁹³ est issue d'un projet porté par François Moriconi-Ebrard, lancé en 1985. L'objectif de départ est de construire une base de données reflétant, par le regroupement de plusieurs sources d'informations, l'extension spatiale et démographiques des agglomérations sur plusieurs périodes (1950-1980 et 1990 pour les premières mesures effectuées) et plus récemment sur les limites de ces mêmes agglomérations ainsi que leur poids démographiques en 2000. La base Géopolis telle qu'elle est aujourd'hui fournit un grand nombre d'informations sur le nombre d'habitants à plusieurs dates pour la ville-centre et l'agglomération (1950, 1960, 1970, 1980, 1990 et 2000), les coordonnées géographiques des objets urbains ainsi que la superficie de la ville-centre ou de l'agglomération en 2000.

Comme pour la base GISCO, on retrouve ici la difficulté qui réside dans la définition des objets urbains, que l'on emploie le terme de ville, ville-centre, agglomération ou aire urbaine. La principale raison à ce problème de définitions relève de l'hétérogénéité des définitions recensées dans les pays qui figurent dans cette base.

⁵⁹³ Moriconi-Ebrard, F. (Consulté en 2003, 2004, 2005 et 2006). Géopolis : Base de données, <http://www.geo.univ-avignon.fr/Site%20Avignon/pages/labo/index%20geopolis.html>.

Notons que la construction de la base Géopolis s'est faite autour de plus de 6 000 ouvrages statistiques et que les chiffres de population sont des estimations à des dates identiques pour que les données soient comparables. C'est le 1^{er} juillet de chacune des années qui a été retenu (1980, 1990, 2000).

Notons aussi, toujours à propos des estimations de population que le choix de travailler sur des dates alignées c'est-à-dire des dates identiques permet les comparaisons entre pays. François Moriconi-Ebrard précise que la méthode retenue est celle qui donne les meilleurs résultats en termes de probabilités.

Si on étudie une deuxième définition⁵⁹⁴ de métropole dans le « Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés » qui assimile la métropole à une « ville-mère », on trouve un seuil de population à 200 000 habitants dans le choix des villes européennes. La métropole y est définie comme une grande ville combinant population, activités et richesses. Elle est caractérisée par un rôle de tête de réseau à différentes échelles et comme un nœud d'articulation entre les territoires.

Plusieurs pays de l'ORATE sont dominés par leurs capitales : elles sont regroupées sous le terme de « métropoles-capitales », Londres ou Paris sont dans ce cas. A une autre échelle, on trouve des métropoles de rang inférieur qui ont une influence moindre comparées aux « métropoles-capitales ». Dans cette catégorie de métropole la population atteint en moyenne le seuil de 500 000 habitants. Enfin, on peut recenser des métropoles que Claude Lacour⁵⁹⁵ définit comme des métropoles régionales qui exercent en réalité une influence nationale. Dans le cadre français, le système métropolitain est caractérisé par le schéma monocentrique, avec Paris qui exerce une véritable domination sur les autres villes françaises. Si on se reporte au chiffre de la population en 1999, Paris comptait sept fois plus d'habitants que les deuxième et troisième agglomérations que sont Marseille et Lyon.

L'ambition de conforter le rayonnement des grandes villes françaises à l'échelle européenne nous amène à repositionner sur le seuil de population définit initialement. On se réfère alors aux travaux de la DATAR aujourd'hui DIACT pour affirmer ce choix. La DATAR a, en effet, lancé le projet de coopération métropolitaine dont le but est de conforter le rayonnement des espaces urbains français à l'échelle européenne. Deux types d'espaces urbains sont retenus. Premièrement, les régions

⁵⁹⁴ Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin.

⁵⁹⁵ Lacour, C. et Puissant, S. (1999). La Métropolisation : Croissance, Diversité, Fractures. Paris, Anthropos.

métropolitaines qui ont une population supérieure à 500 000 habitants. Deuxièmement, les réseaux de villes qui totalisent au moins 500 000 habitants avec dans ce réseau une ville de plus de 200 000 habitants.

On se base alors sur ce choix formulé par la DATAR pour dresser la liste complète des villes de notre analyse.

Ainsi, on reprend notre liste initiale, constituée de 94 villes (capitales et villes de plus de 500 000 habitants) et on y ajoute les villes européennes de plus de 200 000 habitants. Toutefois, nous n'avons pas réalisé de travail de mise en réseau des villes européennes dans des espaces ou des régions métropolitaines. A titre d'exemple Bielefeld et Essen sont considérées comme deux métropoles distinctes.

Et comme pour la première partie du travail on va consulter les bases de données GISCO et Géopolis, où la base de données GISCO est amendée par celle de Géopolis. La liste complète des villes retenues se trouve dans le tableau ci-dessous. Finalement, on totalise 246 villes pour lesquelles il nous faudra recueillir les horaires de transport afin de mener à bien notre analyse de l'accessibilité et du rayonnement externe.

Le dernier point, avant d'obtenir cette liste de ville, concerne la suppression de certaines villes. En effet, la liste initiale contient toutes les villes européennes de plus de 200 000 habitants et pour des raisons de proximité à des entités urbaines plus importantes, on a qualifié des villes de villes-périphériques et on les a retirées de la liste. Par exemple, la ville de Badalona (218 725 habitants) et celle de l'Hospitalet de Llobregat (272 578 habitants) se trouvent à proximité de Barcelone, de plus ces deux villes n'ont pas d'aéroports.

Dans la liste des villes⁵⁹⁶ on trouve six colonnes : le numéro de la ville, le code pays, le nom de la ville, la population (supérieure à 200 000 habitants), le code IATA de la ville, la fréquentation du ou des aéroports de la ville et une colonne commentaires. La quatrième colonne apparaît comme le dernier critère proposé dans le choix des villes. Nous avons souhaité construire une représentation du système de transport des métropoles. Dans cet objectif nous avons choisi de sélectionner des villes de plus faible taille démographique mais dont l'aéroport accueille un trafic passager significatif.

⁵⁹⁶ Cf. Annexe 6 : Liste des Villes.

Finalement, cette liste de villes européennes est complétée des codes IATA⁵⁹⁷ des villes qui figure en colonne 5 du tableau, ce code sera ensuite utilisé dans le recueil des données horaires qui sera traité plus loin.

On observe dans le tableau que pour la France, on a appliqué tous les critères définis pour les autres villes. Le point qui suit a pour objectif de valider le choix des villes par rapport à notre questionnaire et nos hypothèses de travail mais aussi de présenter dans le détail les villes retenues comme cas d'études.

1.2 Le choix des villes françaises : analyse des cas d'études extrait de la problématique

Les villes françaises qui apparaissent dans la liste qui figure en annexe 6 du document, sont au nombre de 41. Par rapport à notre questionnaire, qui vise à mettre en scène des espaces métropolitain et mesurer l'ouverture de ces espaces et des villes qui les composent à l'échelle européenne, nous nous sommes basés sur une série de travaux de la DATAR aujourd'hui DIACT, pour faire le choix de nos espaces de travail et faire le choix de nos cas d'études.

Rappelons que pour mesurer l'espace de pertinence de l'articulation aéro-ferroviaire à grande vitesse et son apport à la structuration des territoires et à leurs rayonnements, on a également posé plusieurs hypothèses qui vont guider notre choix des villes. On propose premièrement de repartir des travaux sur le polycentrisme maillé et l'appel à coopération métropolitaine, afin de faire ressortir les espaces métropolitains français et établir la liste de ces espaces pour la comparer à notre liste de 41 villes.

Dans un deuxième temps, repartant de nos hypothèses de travail, on dressera une liste des espaces métropolitains retenus comme cas d'études et contenant une ou plusieurs villes que l'on présentera en détail.

⁵⁹⁷ Code IATA : Le code IATA est un système de codage international défini par l'association du même nom (Association International du Transport Aérien). Ce code composé de trois caractères a pour but d'identifier de façon unique chaque ville par un code aéroport, groupe d'aéroports. L'identification de façon unique et globale des aéroports comme des compagnies aériennes facilite l'échange d'informations entre les différents prestataires du transport aérien : agences de voyage, centrales de réservation, compagnies aériennes... Pour les compagnies aériennes, le code IATA se compose de deux ou trois caractères. Par exemple, la compagnie Air France est identifiée par le code "AF". Pour les aéroports et groupes d'aéroports, le code IATA se compose de trois lettres. Par exemple, l'aéroport de Paris Charles de Gaulle est désigné par "CDG", la ville et l'ensemble des aéroports de Paris sont désignés par "PAR".

1.2.1 Le choix des espaces métropolitains comme espace de travail

La métropole est un pôle urbain majeur qui s'inscrit dans un espace continu. Elle occupe une position centrale sur cet espace et de ce fait elle appartient à plusieurs réseaux : d'une part, elle joue un rôle animateur en tant que tête de réseau dans son aire d'influence et d'autre part, elle participe aux côtés d'entités urbaines du même ordre ou d'un rang supérieur⁵⁹⁸ au réseau global. Comme le soulignent Claude Lacour et Sylvette Puissant⁵⁹⁹, on peut identifier des métropoles à de multiples échelles et cette diversité des cas de figures rend difficile une uniformisation à l'échelle européenne comme à l'échelle française des critères qui font une métropole.

Le fait métropolitain en France est marqué par le poids de Paris, considéré comme une métropole mondiale. Le système métropolitain est d'abord monocentrique, c'est-à-dire organisé autour de la capitale. Toutefois, les grandes agglomérations françaises entrent aujourd'hui dans le processus de métropolisation.

L'évolution récente des politiques urbaines amène à reformuler l'approche territoriale qui va conduire les grandes aires urbaines françaises à s'inscrire dans le processus de métropolisation. La DATAR aujourd'hui DIACT et le CIADT aujourd'hui CIAC vont alors initier, dès le début des années 2000, une politique d'aménagement et de développement du territoire basée sur le renforcement de l'offre métropolitaine de la France en Europe.

L'ambition est alors de conforter le rayonnement des métropoles françaises à l'échelle européenne. Deux instruments sont mobilisés : le polycentrisme maillé et l'appel à coopération métropolitaine. Ces travaux basés sur une lecture du territoire en grands ensembles structurés ou systèmes métropolitains, donnent au territoire une stratégie de développement spatial qui vise à concilier cohésion et efficacité spatiale et à renforcer les systèmes métropolitains et les réseaux de villes.

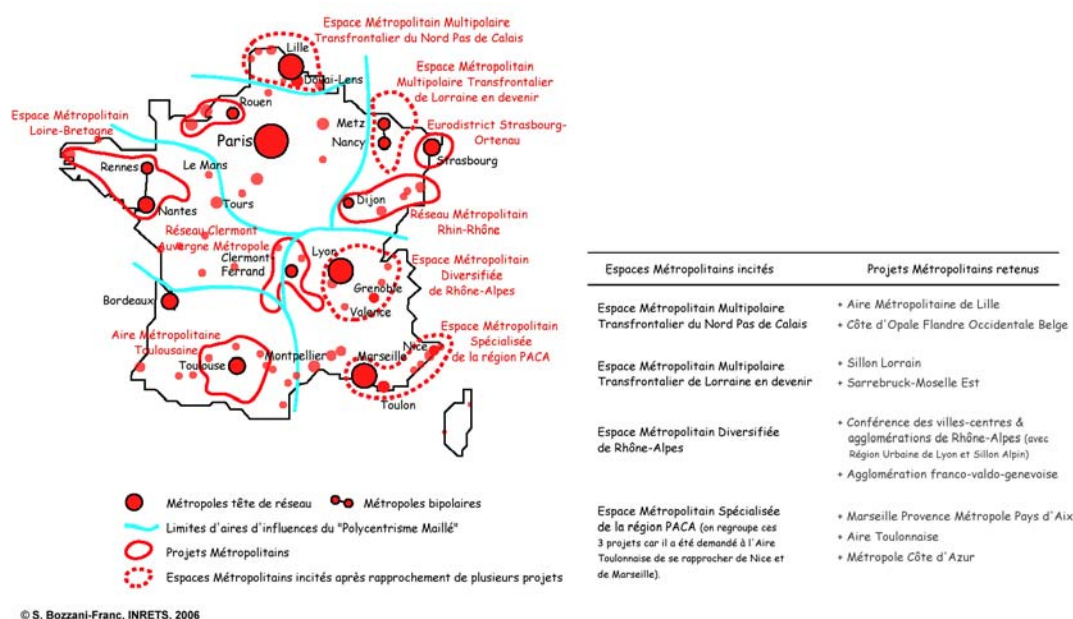
A la différence du scénario du polycentrisme maillé qui place les dynamiques interrégionales au cœur de la problématique de la coopération des territoires, les travaux engagés autour de l'appel à coopération métropolitaine ont fait apparaître

⁵⁹⁸ Bury, J.-C. (2003). Métropoles et structuration des territoires. Paris, Conseil Economique et Social, DATAR: 262 p.

⁵⁹⁹ Lacour, C. et Puissant, S. (1999). La Métropolisation : Croissance, Diversité, Fractures. Paris, Anthropos.

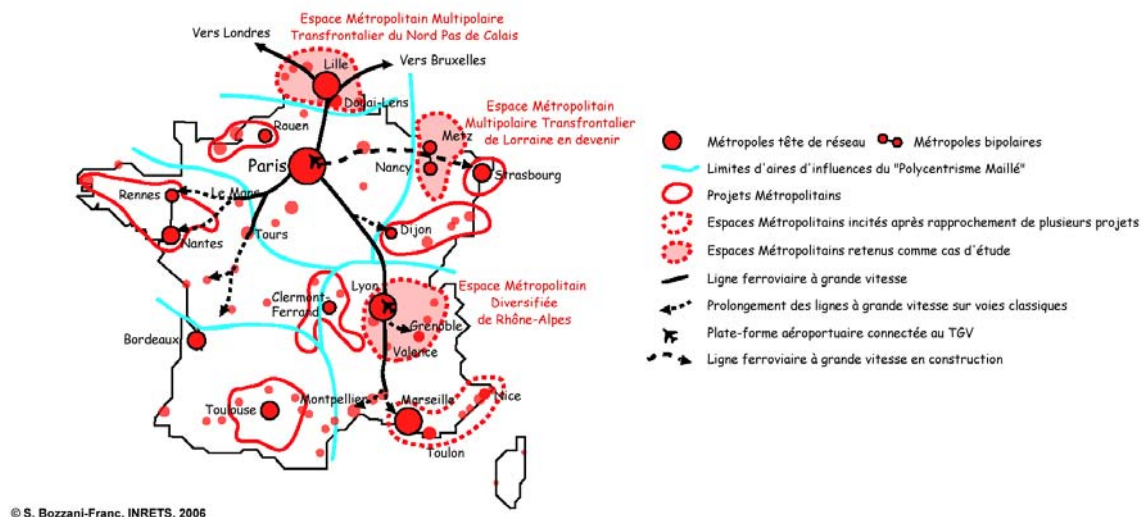
trois niveaux d'articulation territoriale. En effet, comme on l'a vu au chapitre 2, les projets métropolitains retenus sont régionaux comme le projet du Sillon Alpin ou celui de la Région Urbaine de Lyon, ils sont interrégionaux avec le projet de l'Espace Métropolitain Loire-Bretagne ou encore transfrontaliers avec le projet de Sarrebruck-Moselle Est ou celui de l'Aire Métropolitaine de Lille. La carte qui suit propose une illustration de cette série de travaux, qui reprend le Polycentrisme Maillé et la Coopération Métropolitaine.

Parmi les 16 projets retenus, ramenés à 9 si on intègre l'incitation au regroupement de certains projets, on peut remarquer l'absence de certaines agglomérations comme Bordeaux, Montpellier ou encore Tours. C'est probablement le principe de l'appel à coopération lui-même qui est à l'origine de cette structuration non exhaustive : l'approche ascendante laissée à l'initiative des villes et des territoires a conduit à mettre à l'écart des espaces qui avaient trouvé leur place dans le polycentrisme maillé.



Carte 15 : Polycentrisme Maillé et Coopération Métropolitaine

A partir de la carte et des objectifs de notre travail de recherche, on doit apporter d'autres éléments pour aboutir à la définition de nos cas d'études. Effectivement, l'analyse de l'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement ou plus exactement à l'accessibilité externe des métropoles impose qu'à l'image du système urbain s'ajoute celle des réseaux ferroviaire à grande vitesse et aérien.



Carte 16 : Coopération Métropolitaine et Réseaux de Transports

Nous voulons explorer les potentialités d'articulation du fer à grande vitesse et de l'aérien pour l'ouverture métropolitaine. Pour cela, nous allons questionner différents cas de figure en sélectionnant une série de configurations associant espaces métropolitains et grandes vitesses. Pour effectuer cette sélection, nous utilisons la carte 15 qui figure les coopérations métropolitaines et les niveaux de transport rapides. Ainsi, les lignes ferroviaires à grande vitesse et les aéroports possédant une gare ferroviaire à grande vitesse viennent se superposer sur la carte. Nous voulons tester l'hypothèse selon laquelle l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse est opérante pour les métropoles. On va donc chercher à mettre en avant les liaisons qui combinent l'avion et le train à grande vitesse en France et en Europe de la façon suivante :

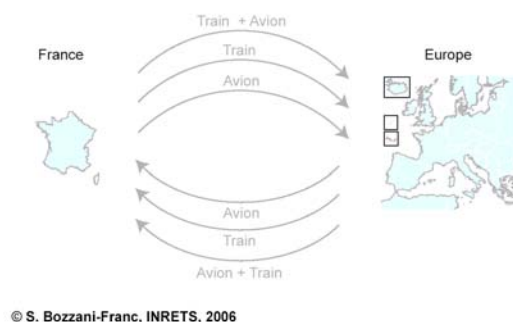


Figure 47 : Liaisons analysées

Dans ce schéma, on retient les chaînes monomodales du ferroviaire à grande vitesse et de l'aérien ainsi que la chaîne intermodale qui combine le ferroviaire et l'avion de la France vers l'Europe. On tient compte aussi des chaînes monomodales

du ferroviaire à grande vitesse et de l'aérien ainsi que la chaîne intermodale qui combine l'avion et le ferroviaire de l'Europe vers la France. On écarte donc les liaisons de l'Europe vers la France qui sont du type Train + Avion. Inversement, dans le sens de la France vers l'Europe on écarte les liaisons du type Avion + Train. La raison qui nous a conduit à écarter ce type de relations est que notre analyse se base sur l'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire pour les villes françaises.

Comme on le voit sur la carte ci-dessus, trois espaces métropolitains ont été surlignés. Ces trois espaces constitués autour des métropoles suivantes : Lille, Lyon et Metz-Nancy qui fonctionne comme une métropole bipolaire, vont être analysés selon plusieurs logiques qui dépendent de nos hypothèses de travail. Ainsi, chacun de ces espaces sera mis en scène dans le cadre de l'étude de leur ouverture métropolitaine et selon les hypothèses suivantes, qui s'appuient sur des logiques différentes.

On va donc, premièrement, se baser sur une logique d'équipement en infrastructure qui renvoie à une ouverture métropolitaine se faisant par la tête de réseau, dotée d'une plate-forme aéroportuaire exerçant un rôle central. Dans ce contexte, on va s'intéresser à Paris et à Lyon.

On pose une deuxième hypothèse qui se base cette fois-ci sur une logique d'organisation et on formule trois postulats. Dans un premier temps on pose l'hypothèse qu'une métropole, tête de réseau, peut aller chercher une ouverture hors de son espace pour garantir son rayonnement, c'est le cas de Lille. Deuxièmement, on postule qu'une ville qui n'appartient pas à un espace métropolitain peut trouver une ouverture métropolitaine grâce à un lien affirmé avec une tête de réseau, dans cette logique en mettra en scène la ville de Tours.

Enfin, la troisième hypothèse que l'on pose et qui découle encore une fois d'une logique d'organisation, postule que des polarités secondaires inscrites dans des espaces métropolitains bénéficient d'une ouverture comparable à celle de la tête de réseau de ce même espace. En partant des têtes de réseau, Lyon et Lille, on va porter l'attention sur des polarités secondaires que sont Arras, Douai, Valence ou encore Grenoble. Dans cette comparaison de villes, on posera la question du niveau d'ouverture. En effet, il sera intéressant d'opposer des villes comme Tours et Lille, toutes deux reliées à Paris, et mettre en parallèle le degré de rayonnement externe pour tenter de qualifier la pertinence du lien air-fer dans l'organisation du territoire pour une métropole et pour une polarité secondaire.

Le cas de la métropole bipolaire Metz-Nancy sera introduit dans l'analyse dans le but de mener une simulation sur l'apport de la liaison ferroviaire à grande vitesse qui sera mise en service en juin 2007. Il sera question de construire une image du rayonnement avec les données horaires de 2003 et de simuler les horaires TGV entre Metz et Paris, d'une part, et Nancy et Paris, d'autre part, appliqués en 2007, pour contribuer à la mesure de la pertinence du lien intermodal dans l'ouverture métropolitaine.

De plus, on s'attachera à mesurer l'accessibilité d'un espace métropolitain bipolaire formé autour des agglomérations de Nantes et Rennes caractérisé par la présence d'aéroports régionaux et par l'accès au réseau TGV. On intégrera aussi le cas de l'espace métropolitain formé autour de Dijon, qui peut être vu comme un cas particulier tant du côté de sa logique d'équipement, sans aéroport significatif mais relié au ferroviaire à grande vitesse, que celui de son organisation.

On construit ainsi une liste de cas d'études avec différentes configurations associant espace métropolitain et réseaux à grande vitesse. Le point suivant s'attachera à présenter plus en détail les cas d'études retenus.

1.2.2 La description des espaces métropolitains et des villes retenues comme cas d'études

Ce point, comme on l'a annoncé avant, a pour but de présenter les espaces métropolitains et les villes que l'on souhaite analyser. On propose avant de reprendre un à un les cas sélectionnés, de commencer par une présentation rapide des infrastructures aériennes et ferroviaires de la capitale.

De plus, pour les espaces métropolitains retenus, on introduira dans la mesure du possible les lignes directrices d'organisation du territoire en matière de transport proposées dans les dossiers des projets métropolitains. L'idée centrale étant d'insister sur le ou les infrastructures conférant une ouverture à la métropole.

Chaque objet urbain sera alors traité de la manière suivante : premièrement, une présentation de la ville insistant sur la fonction administrative de celle-ci, sa population ou encore sa position dans l'espace métropolitain ; deuxièmement, il sera question de proposer une description des infrastructures aéroportuaires et ferroviaires de cet espace ainsi que les logiques intermodales mises en place, lorsque c'est le cas.

En commençant par la capitale suivront Lille, Lyon, Metz-Nancy, Rennes-Nantes, Dijon et Tours.

a) Paris

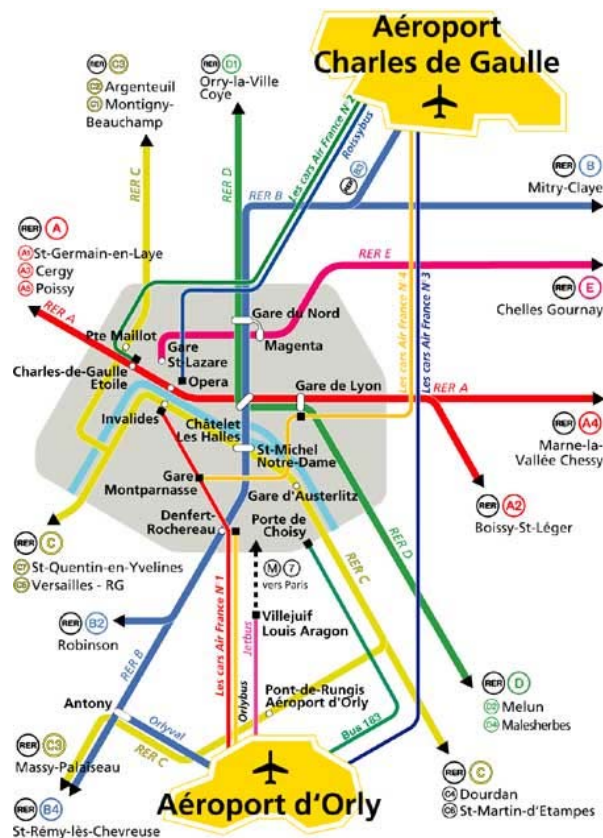
Capitale, Paris est aussi considéré comme une métropole d'envergure mondiale. Avec ses presque 12 millions d'habitants, elle exerce, malgré une politique tournée aujourd'hui vers la décentralisation, une véritable suprématie sur les autres villes françaises.

En termes de réseau de transport, la ville s'articule autour de deux aéroports majeurs (Roissy Charles de Gaulle et Orly) et de plusieurs gares ferroviaires connectées aux réseaux urbains et suburbains.

À eux deux, les aéroports parisiens totalisent plus de 70 millions de passagers par an, conférant à Paris la deuxième place des aéroports européens après Londres.

Dans le détail, les deux aéroports parisiens que sont Roissy CDG et Orly représentent pour le premier plus de 48 millions de passagers par an et le deuxième plus de 20 millions.

Comme le montre la carte suivante, les aéroports bénéficient d'une desserte vers le cœur de la ville. Orly est relié au centre de la capitale par la combinaison de Orlyval et du RER ; pour l'aéroport de Roissy CDG la connexion avec le cœur de ville se fait par le RER. Parallèlement des bus assurent les liaisons entre les aéroports et le centre de la capitale.



Carte 17 : Le réseau de la ville de Paris⁶⁰⁰

On propose de présenter avec plus de précision l'accès aux deux aéroports parisiens, en commençant par celui d'Orly.

- Localisé à 14 km au sud de Paris, l'aéroport d'Orly est accessible par le ORLYVAL, ligne de Métro automatique. Ce mode combiné au RER apparaît comme la liaison la plus efficace entre l'aéroport et la ville de Paris. Cependant, la desserte comporte une rupture de charge entre les réseaux VAL et RER, ce qui constitue un handicap.



Figure 48 : Orlyval⁶⁰¹

Le Orlyval est un service régulier au départ d'Orly Sud ou d'Antony (8 minutes) de 6h00 à 23h00, tous les jours, avec une fréquence de 4 minutes en heures de pointe

⁶⁰⁰ Aéroports de Paris (2006). Accéder à nos aéroports en transports en commun, www.aeroportsdeparis.fr/. Consulté en 2006.

⁶⁰¹ Orlyval Services (2006). Orlyval, <http://www.orlyval.com/>. Consulté en 2006.

et 7 minutes en heures creuse. Le temps de trajet est fixe selon la destination choisie :

- Orly-Châtelet Les Halles en 33 minutes,
- Orly-Charles de Gaulle/Etoile en 40 minutes,
- Orly-La Défense en 50 minutes,
- Orly-Gares du Nord en 36 minutes.

Ce mode de transport achemine environ 2,5 millions de voyageurs par an et cette desserte reste la plus efficace. On notera que la gare accueillant des TGV la plus proche d'Orly est la gare de Massy-Palaiseau, néanmoins le lien entre les deux infrastructures n'est pas facilité.

- L'aéroport de Roissy Charles De Gaulle (CDG) situé à une vingtaine de kilomètres au Nord-Est du centre de Paris combine plusieurs modes ferrés, grâce à une gare située au centre du terminal CDG 2.

Cette gare accueille des RER qui vont vers le centre de l'agglomération et la région Ile de France, mais aussi des TGV qui desservent le territoire national prolongé vers des destinations européennes. La gare TGV permet de desservir directement une dizaine de villes françaises ainsi que Bruxelles avec le Thalys et Londres avec l'Eurostar. Cette gare est complétée par une deuxième gare RER qui se trouve dans la zone de Roissy Pôle entre le terminal CDG 3 (ancien T9) et le terminal CDG 1.

Bien relié à l'extérieur du périmètre de l'aéroport (3500 hectares), l'inconvénient majeur que rencontre l'aéroport de Roissy CDG est un problème lié à la desserte interne. La complexité du site a amené les responsables aéroportuaires à élaborer leur propre plan de déplacement urbain (PDU) sous la pression des autorités organisatrices du transport.

En juin 2003, l'aéroport a donc vu naître son premier PDU, avec un budget de 20 millions d'euros dont 50% proviendra de subventions. L'une des priorités est de faire basculer employés comme voyageurs vers les transports en commun, pour la desserte locale, mais aussi vers toutes les autres destinations accessibles depuis l'aéroport. À ce jour, les voyageurs accèdent à l'aéroport par le RER pour 25% d'entre eux, le taxi représente 33%, les navettes hôtelières 3 à 4%, les cars Air France 4 à 5%, les loueurs de voitures 5%, enfin, 15% des voyageurs utilisent les parkings du site.

Le problème majeur est donc celui des déplacements à l'intérieur du site, déplacements qui sont encore pour l'heure effectués par des navettes réalisant des

liaisons inter-aérogares. On recense 5 lignes de bus sur le domaine aéroportuaire. Après l'échec du projet de desserte hectométrique (SK) qui devait relier les terminaux entre eux, le conseil d'administration de l'aéroport a décidé en 1999 de réutiliser l'infrastructure existante et d'y insérer un système automatique de transport (SAT) opérationnel à Orly sous le nom d'Orlyval depuis 1991. Plusieurs lignes sont envisagées : la mise en service de la première est prévue pour 2006. Elle reliera les trois aérogares pour les passagers avec les gares ferroviaires ainsi que certains parkings excentrés. Ce service SAT ou Roissy VAL offrira un service 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24 à l'aéroport.



Figure 49 : Vue du projet de liaison entre terminaux à Roissy CDG⁶⁰²

Il reste à souligner que la desserte entre Roissy Charles De Gaulle et Paris comme celle d'Orly vers Paris ne semble pas optimale et explique les projets de liaisons directes entre les deux aéroports et la ville.

Ainsi le projet du CDG Express participe à l'optimisation des dessertes aéroportuaires parisiennes et notamment de Roissy. Le projet consiste en une liaison dédiée entre Paris et Roissy CDG implanté en gare de l'Est et équipé de services pour les usagers du transport aérien. L'enregistrement des passagers et de leurs bagages pour améliorer l'accessibilité de l'aéroport mais aussi simplifier les correspondances intermodales. De plus, cette liaison doit se faire à grande vitesse pour permettre une desserte de la ville en moins de 10 minutes⁶⁰³. Le débat public lancé en janvier 2003, devrait aboutir prochainement à une décision permettant d'entrevoir une solution à la saturation actuelle de l'accès terrestre de l'aéroport.

⁶⁰² Sandra Bozzani, 2004, photo prise dans le cadre du Colloque des Journées de Géographie des Transports sur le thème de la Nodalité.

⁶⁰³ La relation Roissy CDG-Paris s'effectue aujourd'hui entre 45 minutes et 1 heure avec le RER, sur les fréquences suivantes : 15 minutes en heure de pointe (6h-19h) et 20 minutes en heure creuse (19h-23h).

Enfin, on peut ajouter que l'aéroport de Roissy CDG, du point de vue des modes de transport en présence, constitue un pôle multimodal de premier ordre permettant l'articulation de toutes les échelles de desserte, même si des projets sont encore à mener pour améliorer certaines liaisons.

- Paris compte également deux autres aéroports, l'aéroport du Bourget et l'aéroport de Beauvais-Tillé, ce dernier étant inclus dans le système aéroportuaire parisien. Si l'aéroport de Beauvais, dans l'Oise, paraît beaucoup plus excentré, il se développe de plus en plus avec la percée des compagnies à bas coût, Low Cost. En 2003 le trafic des passagers était tout juste en dessous du million, en 2005 ce chiffre à presque doublé avec 1,8 millions de passagers⁶⁰⁴.

- À ces deux aéroports secondaires, s'ajoutent l'ensemble des gares parisiennes au nombre de six :

- la gare du Nord,
- la gare de Lyon,
- la gare de l'Est,
- la gare d'Austerlitz,
- la gare Saint-Lazare,
- la gare Montparnasse.

On peut aussi ajouter la présence de gares ferroviaires à grande vitesse plus excentrées comme celle de l'aéroport Roissy CDG, celle de Marne la Vallée Chessy ou encore celle de Massy Palaiseau.

Finalement, la capitale constitue un véritable hub aérien mais aussi ferroviaire qui reste à finaliser dans la desserte locale et urbaine.

Les infrastructures recensées constituent des points de passages obligés pour de nombreuses villes du territoire voulant se projeter à l'échelle européenne voire internationale.

⁶⁰⁴ Bureau de l'observation économique et DGAC (2003, 2004, 2005, 2006,). Bulletins Statistique Trafic Commercial : année 2002, année 2003, année 2004 et année 2005. Paris, DGAC: 100 p.

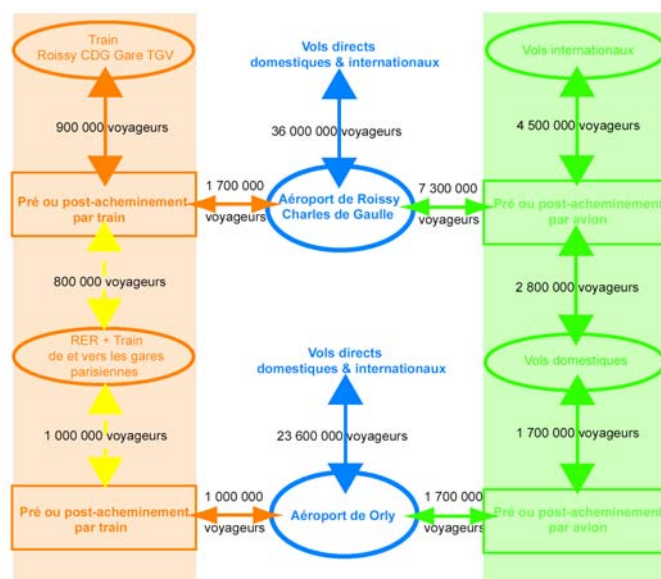


Figure 50 : Correspondances multimodales dans les aéroports parisiens, trafic 1999⁶⁰⁵

Pour le mode aérien, la logique de hub est marquante puisque sur les 36 millions de voyageurs au départ de CDG 7,3 millions sont parvenus sur la plate-forme en avion. Cette fonction de hub à CDG est par ailleurs renforcée par le TGV et le train qui viennent alimenter la plate-forme avec 1,7 millions de passagers par an.

Comme annoncé dans le plan, nous allons maintenant introduire les métropoles retenues comme cas d'études.

b) Lille

La métropole lilloise forte de ses plus d'1 million d'habitants bénéficie d'une position géographique le carrefour vis à vis des réseaux, qui traversent cette région urbaine⁶⁰⁶. La carte suivante illustre nos propos.

⁶⁰⁵ Guyard, M., Chapulut, J.-N. et Ranfaing, D. (2004). Multimodalité Avion-TGV. Paris, Ministère de l'équipement, des transports, de l'aménagement du territoire, du tourisme et de la mer. La Documentation Française: 166 p.

⁶⁰⁶ Paris, D. (2002). "Lille, de la Métropole à la Région Urbaine." *Mappemonde* n°66 2002.2: 8 p.



Carte 18 : Aire Métropolitaine Lilloise

Retenue parmi les 16 projets métropolitains et incitée à coopérer avec le deuxième projet régional retenu, celui de la Côte d'Opale Flandre Occidentale Belge, la métropole lilloise fait figure de tête de réseau dans le projet métropolitain nommé Aire Métropolitaine de Lille. Ce projet rassemble plus de 3,5 millions d'habitants ; il est binational et se situe à proximité des trois principaux centres de décision que compte l'Union Européenne : Bruxelles, Londres et Paris. C'est avec cette dernière métropole que les liens sont les plus forts.

Les ambitions du projet métropolitain autour de Lille, ont pour principal objectif de « faire émerger une métropole réellement attractive au niveau européen »⁶⁰⁷ car si cet espace est proche des centres de décision et si en matière de transport cet espace est équipé des infrastructures nécessaires, c'est-à-dire un aéroport classé international, l'ouverture européenne reste l'enjeu principal.

Nous allons considérer l'espace métropolitain incité associant les deux projets retenus, en le dénommant Espace Métropolitain Multipolaire Transfrontalier du Nord-Pas de Calais. Si l'on s'intéresse à l'équipement en infrastructures de cet espace, on constate la présence de l'ensemble des infrastructures nécessaires au rayonnement externe.

En effet, une métropole est caractérisée par la présence d'infrastructures de transports rapides.

La présence de l'aéroport de Lille-Lesquin et de deux gares ferroviaires accueillant des TGV et Eurostar (Lille-Flandres et Lille-Europe) une ouverture forte de la région métropolitaine.

Dans les faits, la vision de l'accessibilité externe proposée par les acteurs est monomodale et par conséquent reflète mal la réalité de l'offre de transport. Cependant, l'aéroport de Lille-Lesquin accueille entre 800 et 900 000 passagers par an, avec une offre qui ne reflète pas l'ouverture réelle de la région métropolitaine.

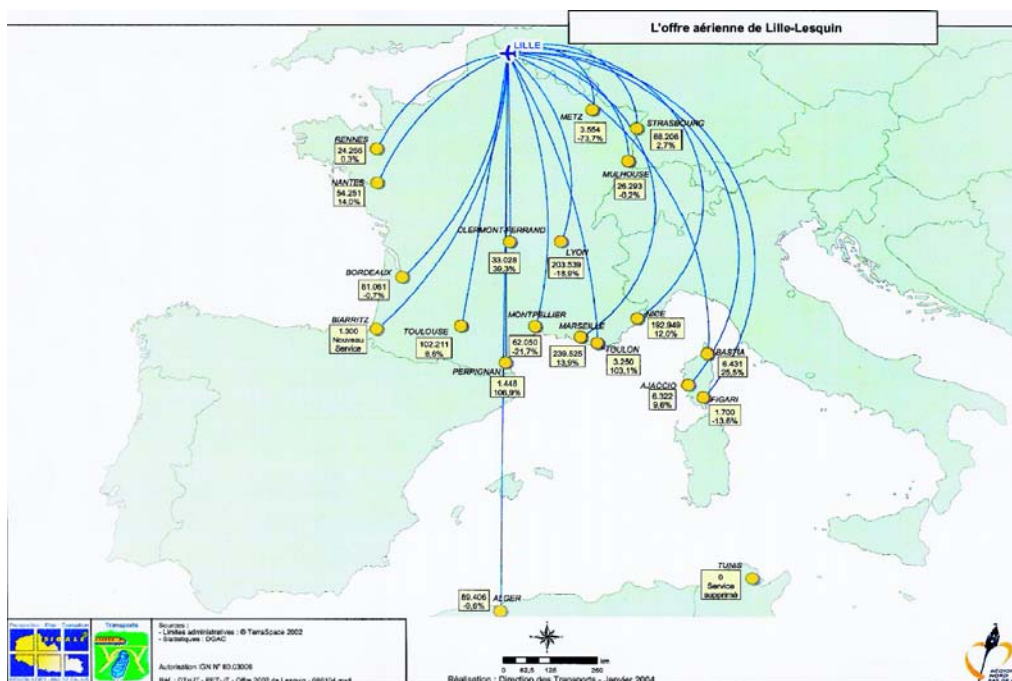
C'est essentiellement par la connexion de l'espace métropolitain au réseau ferroviaire à grande vitesse qu'il faut aller chercher l'ouverture.

Néanmoins, il faut noter que jusque très récemment, la vision monomodale a constitué dans la région le principal indicateur du potentiel d'échange.

Par exemple, si on se réfère aux travaux de la CERT (Cellule Economique Régional des Transports) et à la représentation de l'offre aérienne directe au départ de Lille⁶⁰⁸, carte ci-dessous, on peut remarquer que l'offre aérienne proposée ne répond pas à l'ouverture globale requise pour que Lille soit considérée comme une métropole influente à l'échelle européenne. En effet, l'offre directe proposée est à une exception (Alger) nationale.

⁶⁰⁷ (DIACT) Touche, A.-S. (2006). Les Coopérations métropolitaines en France : Fiches de présentation. Paris, DIACT (Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires): 60 p.

⁶⁰⁸ Cellule Économique Régionale des Transports (2004). Sélection d'indicateurs du transport 2003, Région Nord Pas de Calais. <http://www.cr-npdc.fr/sit/intro.htm>.



Carte 19 : Offre aérienne de Lille-Lesquin, en 2002⁶⁰⁹

En 2006, avec la publication du projet de SRT (Schéma Régional des Transports)⁶¹⁰, la vision proposée reste monomodale alors que le discours s'appuie sur des logiques intermodales en plaçant la combinaison du ferroviaire à grande vitesse et de l'aérien, dans les aéroports de Roissy CDG et Bruxelles Zaventem, comme un véritable outil de projection à longue distance de la région métropolitaine.

Toutefois, même si l'ouverture est indiquée et permise par l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse sur le papier, les enjeux posés par le projet de SRT prennent comme axe le renforcement de l'aéroport lillois d'une part, et le développement du réseau TGV d'autre part.

Ainsi, les propositions faites dans le projet de SRT sont les suivantes :

- Valoriser le réseau ferroviaire à grande vitesse en maintenant les services réguliers et en prolongeant le service vers les lignes devant s'achever prochainement.
- Élargir la zone d'influence de l'aéroport vers des destinations européennes et mondiales afin d'atteindre les limites de capacité de l'aéroport de

⁶⁰⁹ Ibid.

⁶¹⁰ Conseil Régional du Nord-Pas de Calais (2006). Schéma Régional des Transports : Faire du Nord-Pas de Calais un Hub au cœur de l'Europe : projet soumis aux consultations et avis, séance plénière du 5 mai 2006. Lille, Conseil Régional: 84 p.

Lille-Lesquin (2 millions de passagers), au 1^{er} janvier 2007 (transfert de compétences État-Région).

- Améliorer l'accessibilité à l'aéroport de Lille et aux aéroports voisins, de Charleroi ou de Beauvais, pour l'ensemble de la population de la région métropolitaine, le développement du TER-GV est une piste à suivre.

Finalement, on peut émettre l'hypothèse que si Lille se base sur une logique d'équipement, dans la situation actuelle, la région métropolitaine ne répond pas aux critères d'un espace métropolitain. Effectivement, ces critères ne mettent en avant que le transport aérien et le transport maritime, en ce qui concerne les mesures du potentiel d'échange de la région métropolitaine. Et c'est bien à ce niveau que notre objectif de recherche s'inscrit, puisqu'il s'agit non pas de baser nos mesures sur des visions monomodales mais sur des visions multimodales, qui ajoutent à ces visions aériennes ou ferroviaires à grande vitesse, des approches intermodales qui combinent ces deux modes.

Les applications qui seront réalisées, vont concerner à la fois la tête de réseau, Lille, mais aussi le pôle secondaire d'Arras.

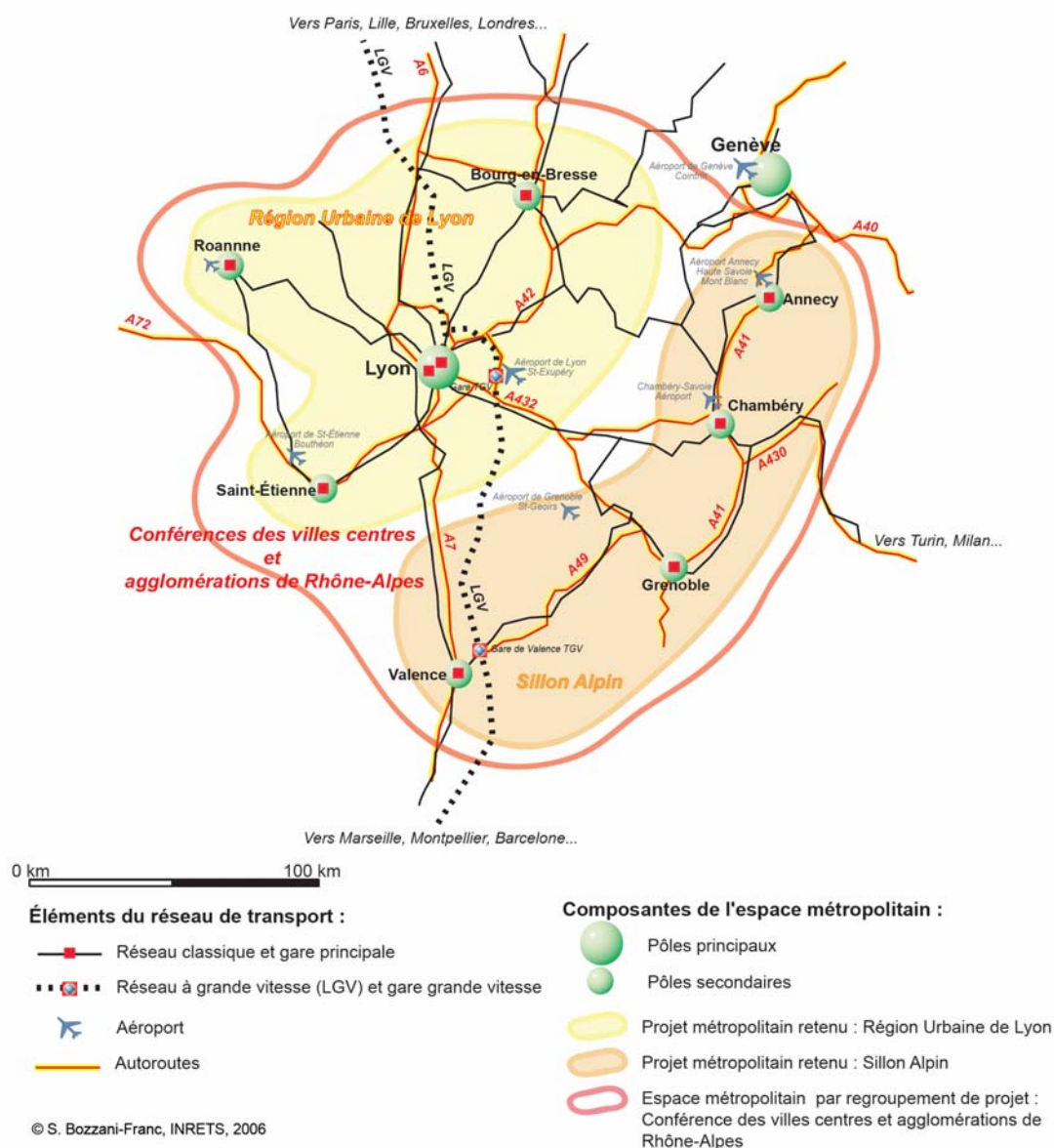
Dans la liste des cas d'études, Lyon, apparaît comparable en termes de population à l'agglomération lilloise. Inscrite dans les projets métropolitains, il semble intéressant de pousser dans la comparaison de ces deux espaces pour savoir si on arrive au même constat en ce qui concerne les logiques d'équipement et d'organisation.

c) Lyon

L'agglomération lyonnaise est, comme évoqué ci-dessus, comparable du point de vue de la population à l'agglomération lilloise. Elle est aussi comparable du point de vue de la position géographique où là encore, on peut mentionner la présence de nombreux réseaux traversant cette région urbaine, comme le montre la carte suivante.

De plus, le projet de la Région Urbaine de Lyon est retenu dans la liste des 16 projets métropolitains. La métropole lyonnaise a été, elle aussi, fortement incitée à coopérer avec le projet régional voisin : celui du Sillon Alpin. Ce grand projet regroupé sous le nom de Conférence des villes centres et agglomérations de Rhône-Alpes est constitué de 8 agglomérations de Rhône-Alpes avec un poids démographique de plus de 4 millions d'habitants. Les villes en question sont les

suivantes : Annecy, Bourg-en-Bresse, Chambéry, Grenoble, Lyon, Roanne, Saint-Étienne et Valence.



Carte 20 : Région Métropolitaine de Lyon

Sa position de deuxième aire urbaine française, juste devant Marseille et Lille, sa localisation stratégique à proximité de l'Allemagne, l'Italie et la Suisse et sa position de point de passage « obligé » des relations Nord-Sud, en font un espace aux fortes potentialités de rayonnement.

Les ambitions de la région urbaine de Lyon et du Sillon Alpin regroupés dans le projet de Conférence des villes centres et agglomérations de Rhône-Alpes sont de faire de cet espace une porte ouverte sur le monde, en misant sur l'accessibilité et

un fonctionnement multipolaire, pour que chaque ville de la région métropolitaine en tire des bénéfices.

Dans cet espace métropolitain, contrairement à celui de Lille, on est en présence de plusieurs infrastructures aéroportuaires, avec les aéroports de Lyon, Grenoble, Annecy, Chambéry ou encore celui de Saint-Étienne. À cela s'ajoute une desserte ferroviaire rapide ainsi qu'une desserte autoroutière dont la couverture est supérieure à la moyenne nationale⁶¹¹ (22 km pour 100 000 habitants contre 15 km pour 100 000 habitants en moyenne dans le reste du territoire).

Dans le détail, Lyon dispose de deux aéroports, Bron et Saint-Exupéry. Le premier d'entre eux, à 15 minutes du centre-ville accueille un trafic de voyageurs d'affaires. L'aéroport de Lyon Saint-Exupéry, d'une configuration comparable à l'aéroport de Roissy CDG avec la présence d'une gare grande vitesse, accueille plus de 6 millions de passagers par an. L'aéroport situé à 25 kilomètres de Lyon joue dans le système aéroportuaire français le rôle de hub secondaire. C'est aussi le hub secondaire de la compagnie nationale Air France.

L'inconvénient majeur du site réside dans l'absence d'une desserte locale et même régionale fiable. En effet, bien qu'on note la présence d'une gare ferroviaire, celle-ci est totalement dédiée à la grande vitesse. Les missions urbaines comme régionales sont effectuées par le bus. Le réseau SATOBUS assure l'essentiel des liaisons avec la ville de Lyon (figure ci-dessous) ainsi qu'avec les principales villes de la région métropolitaine.

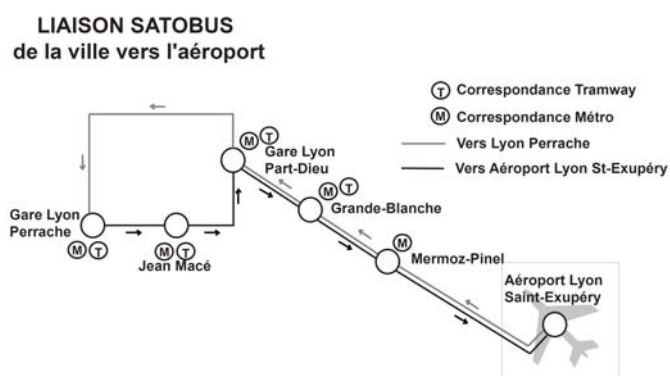


Figure 51 : Liaison SATOBUS ville-aéroport⁶¹²

⁶¹¹ Collicard, J.-P. (2001). La Région Rhône-Alpes : un espace réticulaire en mutation, <http://www.ac-grenoble.fr>. Consulté en 2006.

⁶¹² Liaison ville-aéroport du réseau SATOBUS d'après la carte proposée sur le site : <http://www.satobus.com>

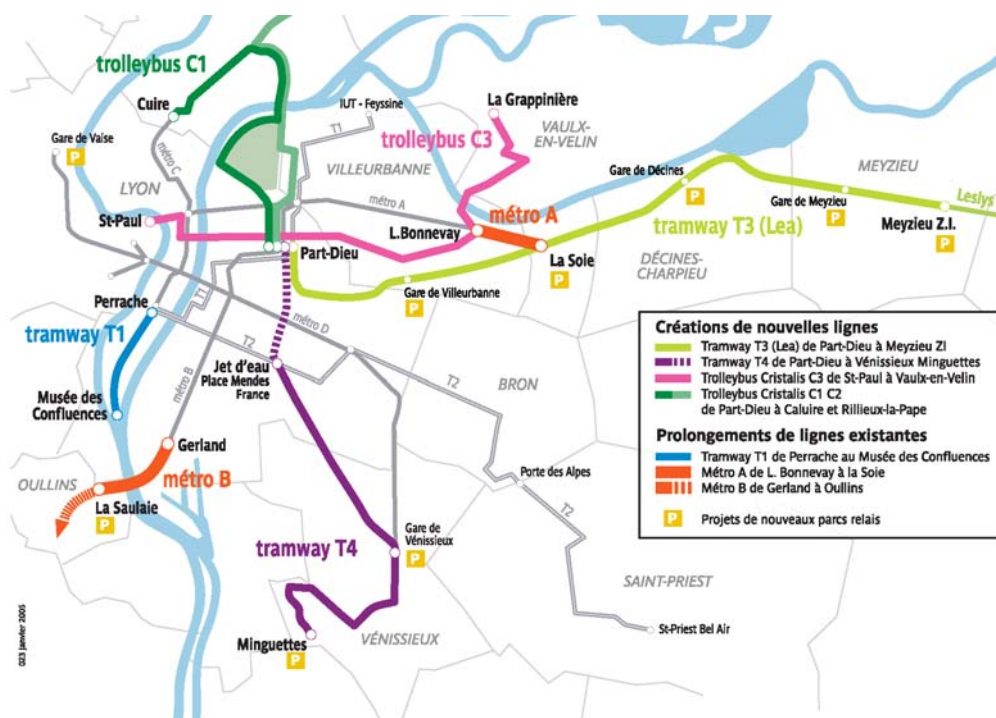
La liaison ville-aéroport relie plusieurs fois par jour les deux gares ferroviaires de Lyon, Lyon Perrache et Lyon Part-Dieu, avec l'aéroport.

Il faut constater que le lien ville-aéroport reste insuffisant. Le projet SATORAIL, défini initialement, a progressivement laissé sa place au projet de tramway Leslys aujourd'hui au cœur des discussions. Ce projet consiste à créer sur une partie de voie ferroviaire existante, « *une double desserte en tramway entre la Part-Dieu et Meyzieu pour une desserte omnibus sur 18 kilomètres exploitée, d'une part par un tramway que l'on appellera Léa, et d'autre part, entre la Part-Dieu et Saint-Exupéry, soit 24 kilomètres, avec Leslys qui serait une desserte express* »⁶¹³. Cette desserte relierait en 25 minutes la gare centrale de Lyon Part-Dieu à celle de l'aéroport de Saint-Exupéry tout en assurant des connexions en des lieux stratégiques du réseau lyonnais. Alors que la mise en service de la ligne de Tramway Léa, sous la responsabilité de Sytral⁶¹⁴, est prévue en décembre 2006, la mise en service de la ligne Leslys, sous la responsabilité du Conseil Général du Rhône, n'est pas encore officialisée⁶¹⁵.

⁶¹³ Conseil Général et Délégation générale routes transports et constructions (2004). Rapport d'étape et d'information sur l'avancement du projet de Tramway Leslys, http://www.rhone.fr/noheto/file/idelementsattaches/extrait/cg/0405/ext_054.pdf. **Consulté en 2004.**

⁶¹⁴ Le SYTRAL est l'autorité organisatrice des transports en commun de l'agglomération lyonnaise. Cette autorité est composée de 26 élus de la Communauté urbaine de Lyon et du Conseil général du Rhône (<http://www.sytral.fr>).

⁶¹⁵ Ville de Lyon et Communauté Urbaine du Grand Lyon (2005). Lyon, pour une ville accessible : Stationnement, déplacement, transport... http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/Pdf/activites/deplacements/deplacements.pdf. **Consulté en 2006.**



Carte 21 : Les projets pour la desserte de l'Est de Lyon⁶¹⁶

Actuellement, en ce qui concerne les liaisons régionales, les principales villes de la région métropolitaine sont elles aussi reliées plusieurs fois par jour par le réseau SATOBUS.

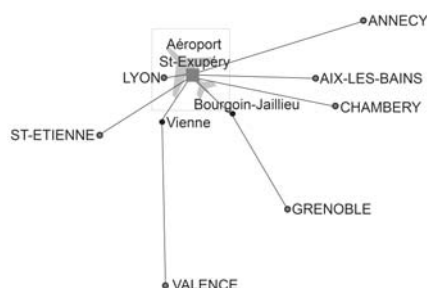


Figure 52 : Les liaisons régionales du réseau SATOBUS⁶¹⁷

Le cas de Valence est intéressant puisqu'à la desserte par bus, s'ajoute une desserte par TGV. Depuis 2005, cette liaison Lyon Saint-Exupéry-Valence, est proposée avec une offre intermodale qui optimise la connexion entre le TGV et l'aérien (sur les vols Air France)⁶¹⁸.

Dans la pratique, il s'agit d'offrir une place de stationnement au plus proche de la gare de Valence, un trajet de 30 minutes en TGV avec des horaires qui permettent

⁶¹⁶ Ibid.

⁶¹⁷ Les liaisons régionales du réseau SATOBUS d'après la carte proposée sur le site : <http://www.lyon.aeroport.fr>

⁶¹⁸ Rousset, I. (2005). Aéroport de Lyon Saint-Exupéry : l'intermodalité au départ de Valence (Dossier de Presse). Lyon, Aéroport de Lyon Saint-Exupéry: 12 p.

des correspondances en un minimum de temps avec des vols de la compagnie Air France. Ce service en test sur une quinzaine de destinations européennes, offre également la possibilité de faire l'aller-retour dans la journée.

Contrairement à la politique menée jusqu'à récemment, la gare TGV de Saint-Exupéry est aujourd'hui appréhendée comme un outil intermodal. L'approche a pour objectif, comme le précise Bernard Chaffange (Directeur des Aéroports de Lyon), de faire de l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry la seconde porte d'entrée aéroportuaire en France, avec l'aide de la gare TGV de l'aéroport susceptible de répondre aux besoins d'accessibilité de la région métropolitaine voire tout le sud de la France.

Les ambitions pour l'aéroport sont clairement, une ouverture internationale et un élargissement de son aire d'influence terrestre. Pour cela, les capacités foncières permettent d'envisager la construction de pistes supplémentaires, comme le montre la figure suivante.



Figure 53 : Projet d'extension de l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry⁶¹⁹

En effet, en 2006, la superficie de Lyon Saint-Exupéry est de 2000 hectares dont 900 hectares sont des réserves foncières. Les pistes envisagées sont au nombre de deux, elles ont été projetées dans l'APPM⁶²⁰ de 1999. En termes de capacité passagers, on est passé de 4 millions en 2000 à 8 millions en 2006.

L'aéroport propose des liaisons directes vers une centaine de villes, tandis que la gare à grande vitesse de l'aéroport en propose une quinzaine.

Il apparaît aujourd'hui que la région métropolitaine mise sur des logiques intermodales pour atteindre les objectifs qu'elle s'est fixés :

- répondre aux besoins des entreprises et des habitants de la région,

⁶¹⁹ <http://www.lyon.aeroport.fr>

⁶²⁰ L'APPM (Avant Projet de Plan de Masse) : c'est un document de planification aéroportuaire de long terme, qui fixe les caractéristiques spatiales de l'aéroport et définit ses possibilités d'extension maximale.

- favoriser le développement international de la région,
- participer au développement d'un réseau aéroportuaire français équilibré,
- jouer, à terme, le rôle d'aéroport du grand Sud-est.

Reste alors à démontrer l'utilité, pour la région métropolitaine, des autres aéroports si Lyon Saint-Exupéry atteint ses objectifs de développement. Aujourd'hui, les aéroports de Grenoble, Annecy, Chambéry et Saint-Étienne totalisent à eux quatre un trafic de 276 896 passagers en 2005 contre 465 478 passagers en 2003, soit une baisse de plus de 40% entre 2003 et 2005.

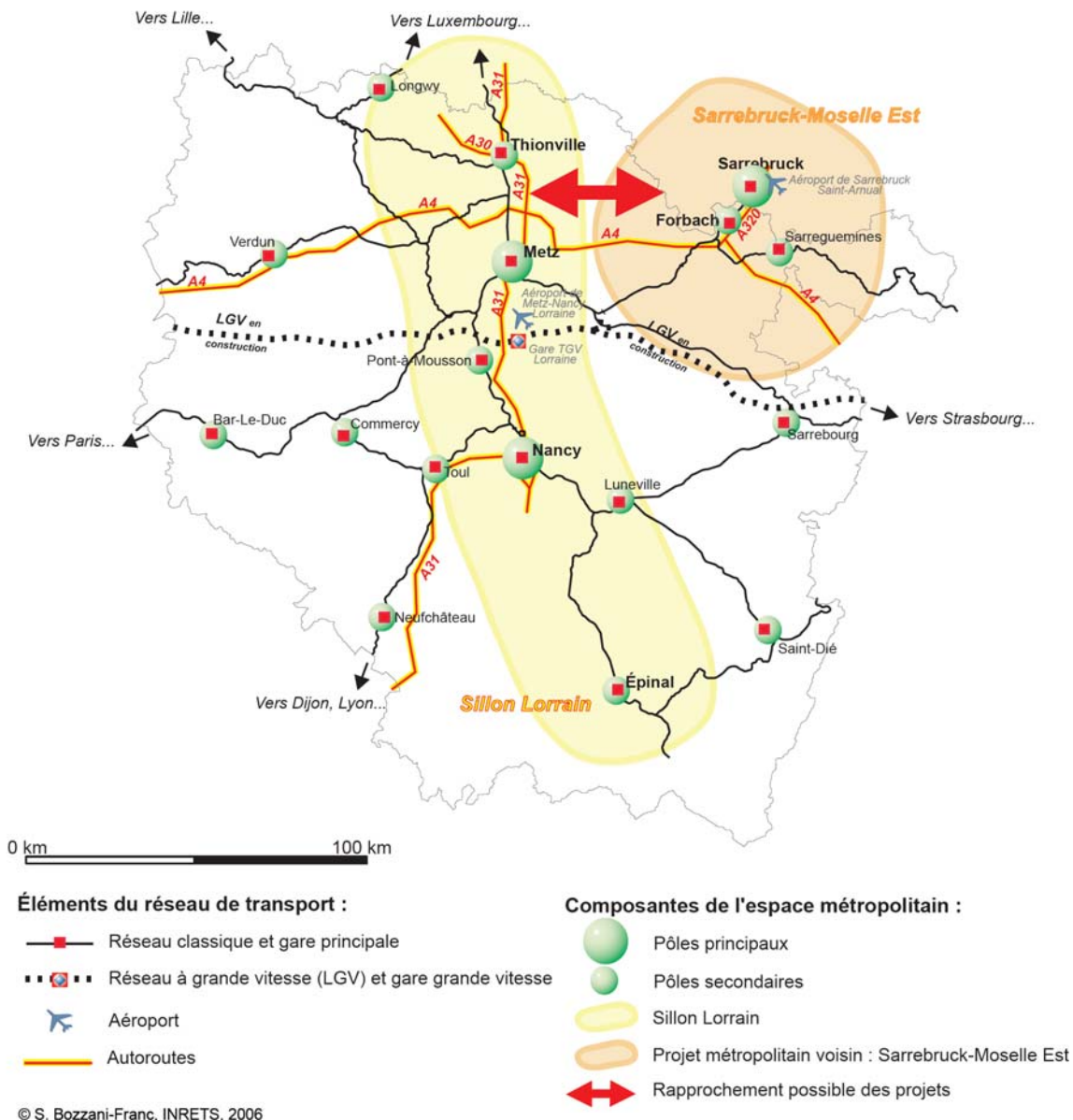
Comme pour le cas lillois, les applications qui seront réalisées concerneront aussi des pôles secondaires de la région métropolitaine comme Valence ou encore Grenoble. Il sera d'ailleurs intéressant pour le cas de Valence de comparer 2003 à 2006, en ce qui concerne l'offre ferroviaire.

A ce stade, la région métropolitaine autour de Lyon montre une situation, tant en matière d'équipement que d'organisation, différente de celle de l'espace métropolitain lillois. Nous tenterons donc plus en aval de notre analyse de confirmer cette différence.

Auparavant, intéressons nous à des espaces métropolitains organisés différemment, c'est-à-dire non plus sur un pôle majeur mais sur deux pôles, en examinant les cas de Metz-Nancy, d'une part, et Rennes-Nantes d'autre part.

d) Metz-Nancy

Inscrit dans un projet métropolitain, le Sillon Lorrain a été retenu dans l'appel à coopération métropolitaine parmi 15 autres projets. Cet espace métropolitain s'articule autour de 4 agglomérations principales : Épinal, Metz, Nancy et Thionville regroupant près d'un million d'habitants. La première particularité de cet espace est l'absence d'une tête de réseau unique ; en effet, cet espace est bipolaire et s'articule autour de Metz et Nancy comme le montre la carte suivante.



Carte 22 : Projet métropolitain du Sillon Lorrain

Proche de la Belgique, du Luxembourg et de l'Allemagne, cette région est qualifiée d'axe majeur de transit et d'échanges dans les relations Nord-Sud. Pourtant, en l'absence d'une logique de complémentarité entre agglomérations, et d'une organisation en réseau, cet espace n'a que peu de chances de devenir une région métropolitaine attractive à l'échelle européenne, même si on considère sa position géographique.

Les ambitions de ce projet touchent un espace plus vaste que celui des espaces métropolitains lillois et lyonnais. Il s'agit ici de développer, organiser l'espace métropolitain défini sur le papier et de consolider certaines relations.

En matière de transport, cet espace se distingue également des deux autres. Disposant d'un maillage routier et autoroutier dense, la nature bipolaire de cet espace crée une logique d'équipement particulière, tant en terme d'infrastructure aéroportuaire que d'infrastructure ferroviaire à grande vitesse.

On peut avancer l'idée d'un développement basé sur une logique de concurrence entre les deux agglomérations principales, Metz et Nancy.

La bipolarité de cette espace est d'ailleurs fondée sur la concurrence des deux villes, dans l'obtention des infrastructures nécessaires à leur ouverture européenne.

C'est ainsi que l'aéroport régional est situé entre les deux villes à une vingtaine de kilomètres de Metz et une trentaine de kilomètres de Nancy. On est dans le même contexte en ce qui concerne l'arrivée prochaine du TGV Est.

Dans le détail, l'aéroport de Metz-Nancy Lorraine est relativement récent, puisque son inauguration date de 1991, il marque la fin de l'aéroport de Metz-Frescaty et de Nancy-Essey, en devenant l'aéroport régional. Le Conseil Régional de Lorraine a pris la décision de sa construction en 1986 et en reste aujourd'hui propriétaire⁶²¹.

Depuis 1997, l'aéroport de Metz-Nancy Lorraine n'a pas vu son nombre de passagers annuels dépasser la barre des 350 000 (avec un maximum de 338 000 passagers en 2000). En 2005, son trafic repassait même en dessous de la barre des 200 000 passagers par an. Pourtant, entre 2000 et 2006 dans le cadre du Projet Lorrain du Conseil Régional, des investissements ont été réalisés pour le développement de l'infrastructure aéroportuaire que se soit au niveau des pistes, pour l'accueil des vols transnationaux gros porteur, ou au niveau de l'aménagement de nouveaux locaux⁶²².

Depuis la faillite d'Air Lib' en 2003, qui était la principale compagnie de l'aéroport, trois compagnies ont pris la suite en développant l'offre déjà existante : Air France, Air Algérie et Twin Jet. Les vols réguliers et quotidiens sont essentiellement des vols domestiques : Paris, Lyon, Marseille, Toulouse, Clermont-Ferrand et Nantes. L'aéroport compte également un vol international à destination d'Alger deux fois par semaine.

⁶²¹ Philippot, S. et Lefevre, M.-O. (2003). Le Transport aérien régional. Les dossiers du Centre d'Information Économique. Metz, Chambre de Commerce et d'Industrie de Moselle: 6 p.

⁶²² Aéroport de Metz-Nancy Lorraine (2006). Aéroport de Metz-Nancy Lorraine : Investissements, <http://www.metz-nancy-lorraine.aeroport.fr>. **Consulté en 2006.** et Philippot, S. et Lefevre, M.-O. (2003). Le Transport aérien régional. Les dossiers du Centre d'Information Économique. Metz, Chambre de Commerce et d'Industrie de Moselle: 6 p.

En 2004, le trafic passager à destination de Paris reste faible par rapport aux autres aéroports de province. Pourtant, l'aéroport d'Orly comme celui de Lyon Saint-Exupéry servent de plaque tournante pour les vols en correspondances au départ de Metz-Nancy Lorraine. Ces vols restent en majorité nationaux, seule deux destinations européennes sont proposées en correspondance depuis Metz : Barcelone et Milan. L'explication se trouve sans doute dans l'accès à d'autres plateformes aéroportuaires internationales comme l'aéroport de Luxembourg ou celui de Sarrebruck.

En effet, l'aéroport de Luxembourg est distant d'une quarantaine de minutes de l'agglomération messine, ce qui permet à la ville d'avoir l'accès aux principaux hubs européens. On notera cependant que si cet aéroport est considéré comme l'aéroport international de la région Lorraine, son accès reste pénalisant en temps de transport, si on observe les temps de trajet *en ter* depuis Metz (40 minutes à 1 heure) ou depuis Nancy (1h30 à 1h50).

Il apparaît alors qu'à défaut d'équipement, les villes de Lorraine s'appuient sur une logique d'organisation en réseau de villes à l'échelle interrégionale et transfrontalière. Dans ce cadre, l'existence d'une coopération transfrontalière à travers l'Espace SAAR-LOR-LUX s'articulant autour d'un « quattropôle », regroupant les villes de Trèves, Luxembourg, Sarrebruck et Metz, renvoie à une logique d'organisation spatiale plus complexe⁶²³. En effet, cet espace ambitionne de devenir une métropole multifonctionnelle de niveau européen entre Paris et Berlin.

Cependant, sous l'impulsion de la DATAR (aujourd'hui DIACT), un deuxième réseau de villes, déconnecté de la logique transfrontalière mais résultat d'une stratégie d'aménagement et de développement du territoire national, apparaît autour de quatre agglomérations : Metz, Nancy, Épinal et Thionville. Le sillon Lorrain constitué autour d'un axe majeur européen, devant à terme former une région métropolitaine entre Paris et Strasbourg.

Antérieurement, dans les années 1980-1990, la DATAR a déjà tenté d'impulser un espace métropolitain avec l'idée de faire des agglomérations de Metz et Nancy une métropole bipolaire, l'ouverture de l'aéroport étant le premier acte pour donner une

⁶²³ Auburtin, E. (2005). Les Réseaux de villes sont-ils de véritables acteurs transfrontaliers ? L'exemple de l'espace SAAR-LOR-LUX. Le Monde en réseaux : Lieux visibles, liens invisibles, Saint-Dié, http://fig-st-die.education.fr/actes/actes_2005/.

réalité à l'actuel projet métropolitain. A cela s'ajoute à la même époque la décision de construire, également entre les deux villes, la future gare TGV Lorraine.

Plus d'une décennie plus tard, on retrouve cette structuration, puisque l'appel à coopération métropolitaine a retenu le projet du Sillon Lorrain.

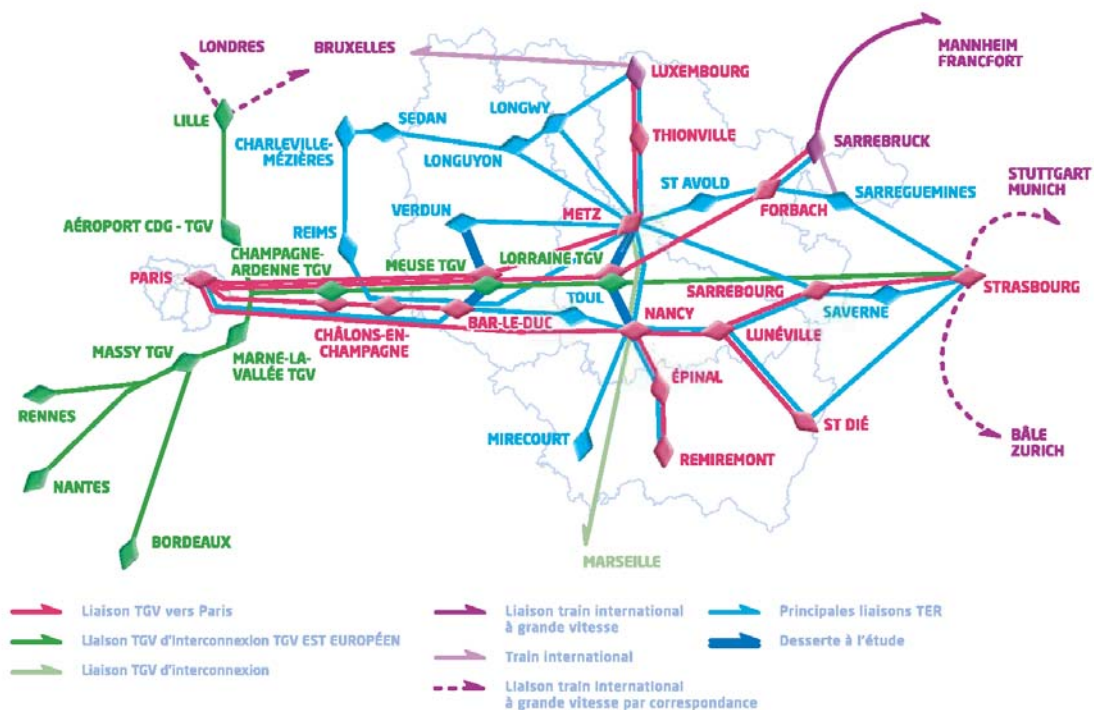
Les ambitions de celui-ci sont de concrétiser les visées annoncées dans les précédentes tentatives d'organisation de l'espace Lorrain, avec notamment, le renforcement de sa position de carrefour, en affirmant les relations transfrontalières et interrégionales. L'idée d'une coopération avec l'Espace SAAR-LOR-LUX n'est pas exclue du projet.

Comme on a pu le voir sur la carte présentant le Sillon Lorrain, l'arrivée prochaine du TGV Est est pour la région un véritable outil qui contribue à l'ouverture et à l'amélioration de l'accessibilité externe. Cependant, si l'enjeu principal est de faire de cette région métropolitaine en formation un espace attractif conçu autour d'un axe européen structurant, l'arrivée prochaine du TGV Est reliant Metz et Nancy à Paris en 1h30 est susceptible de modifier l'organisation actuelle de cet espace.

On peut alors se demander si le TGV va ouvrir la région et renforcer les liens à l'intérieur de l'espace métropolitain ou si celui-ci va accentuer le lien de chaque agglomération de cet espace entretient avec la capitale et l'aéroport de Roissy CDG. De plus, la mise en service de la ligne à grande vitesse ne va-t-elle pas perturber la coopération transfrontalière ?

Le dossier de presse de la ligne à grande vitesse Est Européenne⁶²⁴, insiste sur la qualité de service autour de la LGV avec le *ter* comme outil de rabattement des voyageurs sur les points d'entrées du réseau grande vitesse, comme le montre la carte suivante.

⁶²⁴ SNCF (2005). "TGV Est Européen : une nouvelle proximité pour 37 millions d'européens." Dossier de presse: 9 p.



Carte 23 : La Lorraine au cœur d'un véritable maillage ferroviaire⁶²⁵

L'étape suivante est donc la mise en service qui fournira horaires et fréquences. A partir de ce moment, il sera possible de vérifier si le schéma intégré présenté au dessus peut se réaliser.

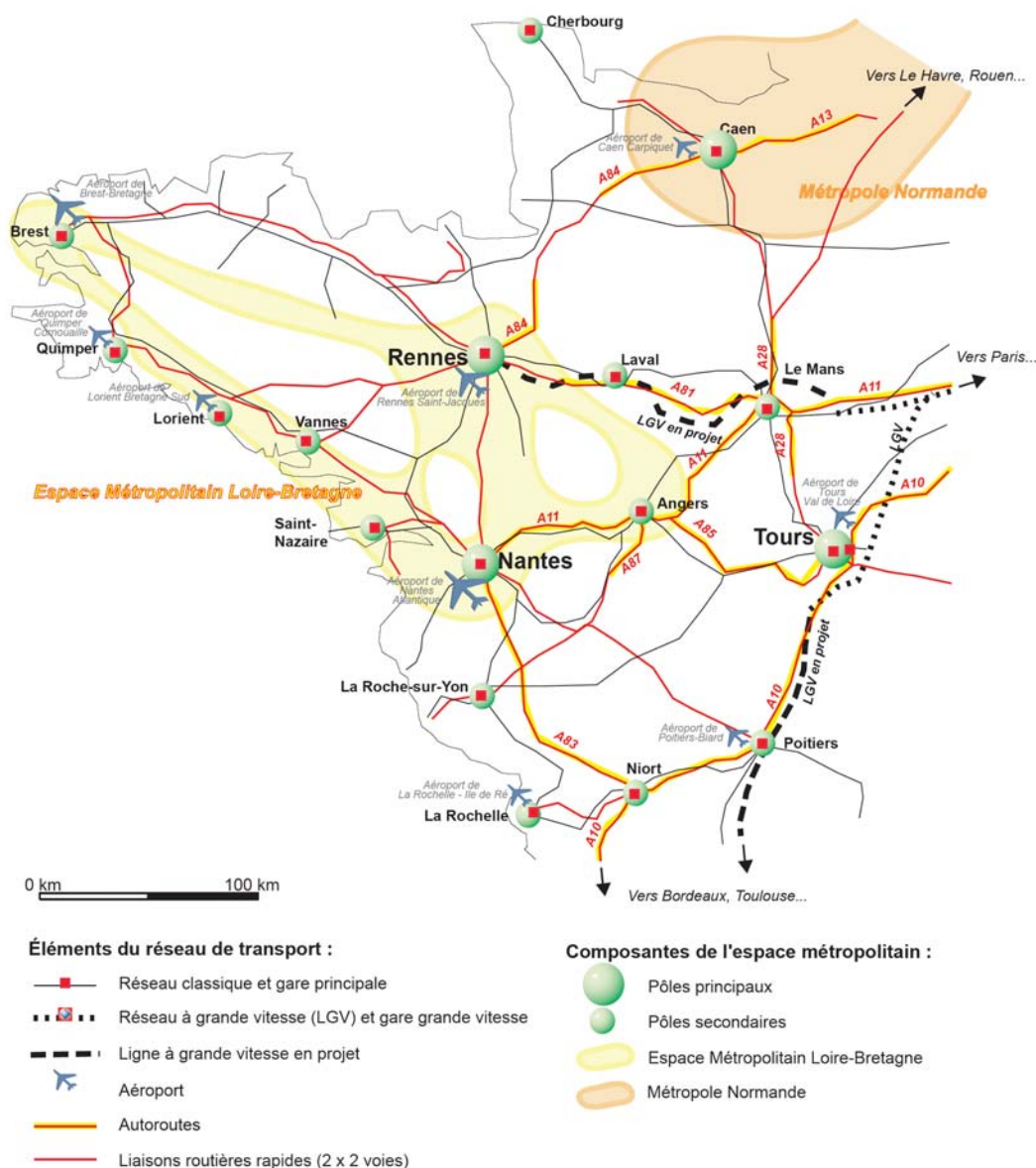
Finalement, l'espace métropolitain du Sillon Lorrain, du point de vue des logiques d'équipement reste difficilement assimilable à une région métropolitaine autonome. L'arrivée du TGV en juin 2007, ainsi que la prise en compte d'une vision multimodale dans l'appréciation de son ouverture européenne peuvent changer la donne. Toutefois, les questions de l'accessibilité externe et des effets du TGV Est restent ouvertes. L'accessibilité externe est d'ailleurs le principal enjeu du projet métropolitain du Sillon Lorrain. Reste à savoir si la bipolarité sur un espace où les deux têtes de réseau ont toujours été en concurrence constitue un handicap ou bien un point d'appui pour favoriser une plus forte mise en réseau du territoire.

Maintenant, dans une démarche de comparaison, on choisit de considérer un deuxième projet métropolitain fondé sur la bipolarité, celui de l'Espace Métropolitain Loire-Bretagne présenté ci-dessous.

⁶²⁵ Carte extraite du Dossier de Presse : Ibid.

e) Rennes-Nantes

L'espace Loire-Bretagne retenu dans l'appel à coopération métropolitaine s'articule autour de cinq agglomérations : Angers, Brest, Nantes, Rennes et Saint-Nazaire. Comme pour le Sillon Lorrain, une métropole bipolaire peut être mise en évidence avec les agglomérations de Rennes et Nantes. Et par rapport aux espaces retenus précédemment, à la bipolarité que l'on vient d'évoquer, s'ajoute le fait que cet espace est interrégional associant les régions Pays-de-la-Loire et Bretagne, comme le montre la carte ci-dessous.



Carte 24 : Présentation de l'Espace Métropolitain Loire Bretagne

Réunissant plus de 2 millions d'habitants, cet espace est depuis longtemps inscrit dans des réseaux de coopérations, tels que celui de la Conférence des villes de l'Arc Atlantique et c'est de ce point de vue que l'espace métropolitain proposé apparaît cohérent⁶²⁶. On notera toutefois l'absence de la ville du Mans ainsi que des villes de Quimper et de Lorient, qui donne à cet espace l'image d'une dentelle sans valeur (un espace de coopération existant non retenu sous cette forme, soit un réseau non pris dans son intégralité). Comme l'ensemble des autres projets présentés, celui-ci a retenu six thématiques dont celle liée au transport et à l'accessibilité de cet espace.

En matière de transport, la relative proximité géographique des villes de l'espace métropolitain suppose une performance certaine des relations (ou bonne accessibilité). Néanmoins, la qualité des dessertes rapides, notamment ferroviaire reste à améliorer et certaines liaisons stratégiques, comme une liaison ferroviaire directe entre Nantes et Rennes, restent des enjeux pour cet espace.

Les ambitions du projet métropolitain en ce qui concerne l'amélioration de l'accessibilité interne, et plus précisément l'accessibilité ferroviaire, réside dans la continuité et le maintien des partenariats entre agglomérations pour la réalisation de grands projets, comme par exemple, la construction de lignes à grande vitesse avec dans un premier temps de la LGV Bretagne-Pays-de-la-Loire en continuité de la LGV Atlantique. Cela concerne aussi l'amélioration de l'étoile ferroviaire existante avec des modernisations et des créations de lignes.

L'objectif est d'obtenir entre les pôles de l'espace métropolitain un fonctionnement intégré du système de transport, pour assurer une véritable continuité territoriale.

La même logique d'amélioration est souhaitée en matière d'accessibilité externe et repose là encore sur la réalisation de la LGV Bretagne-Pays-de-la-Loire. Cette réalisation est en effet, considérée comme un enjeu d'aménagement du territoire pour la région métropolitaine, participant à l'amélioration de l'accessibilité européenne voire internationale par le rattachement de cet espace au réseau européen de la grande vitesse, encore en construction.

L'amélioration de l'accessibilité externe passe aussi par le renforcement de l'offre aérienne. Les pôles inscrits dans l'espace métropolitain Loire-Bretagne comptent

⁶²⁶ AURAN (Agence d'Urbanisme de la Région Nantaise) (2004). Pour un rayonnement européen des métropoles françaises, Espace Métropolitain Loire-Bretagne, Appel à coopération Métropolitaine. Nantes, Agence d'Urbanisme, Communautés d'Agglomérations (Nantes, Saint-Nazaire, Angers, Rennes et Brest): 27 p.

trois aéroports : Brest-Bretagne, Nantes-Atlantique et Rennes Saint-Jacques, celui d'Angers ayant un trafic non significatif, comme le montre le tableau suivant.

	Trafic passagers en 2004	Trafic passagers en 2005
Aéroport de Brest	674 695	680 719
Aéroport de Nantes Atlantique	1 864 271	1 362 368
Aéroport de Rennes Saint-Jacques	375 616	387 036
Aéroport d'Angers	2 291	1 849

Tableau 13 : Trafics passagers des aéroports de l'Espace Métropolitain Loire-Bretagne⁶²⁷

Au-delà des pôles de l'appel à coopération, on trouve de nombreux autres aéroports avec un trafic moindre comme le montre la carte mais aussi le tableau qui suit et qui reprend les mêmes données, c'est-à-dire le trafic passager en 2004 et 2005 des aéroports de l'Ouest français.

	Trafic passagers en 2004	Trafic passagers en 2005
Aéroport de Caen-Carpique	98 377	79 023
Aéroport de Cherbourg-Maupertus	10 013	8 309
Aéroport de Dinard-Pleurtuit Saint-Malo	143 909	179 021
Aéroport de Lannion-Côte de Granit	50 910	52 688
Aéroport de La Rochelle-Ile de Ré	100 255	125 869
Aéroport de Lorient-Bretagne Sud	198 077	208 406
Aéroport de Poitiers-Biard	102 970	113 031
Aéroport de Quimper Cornouaille	138 372	132 525
Aéroport de Tours Val-de-Loire	82 336	83 486

Tableau 14 : Trafics passagers des aéroports voisins de l'Espace Métropolitain Loire-Bretagne⁶²⁸

Pour mieux appréhender les enjeux aéroportuaires de l'espace Loire-Bretagne, on propose de présenter brièvement, un à un, les trois aéroports principaux en commençant par celui qui possède le trafic le moins important.

- L'aéroport de Rennes Saint-Jacques propose une dizaine de vols domestiques et deux vols européens, vers Dublin et Southampton, dans ses liaisons régulières. Les vols avec correspondances donnent à la ville l'accès aux principales métropoles européennes. Il est présenté comme l'aéroport de la capitale régionale, celle de la Bretagne, avec une capacité annuelle de traitement de 800 000 passagers. Pourtant, on constate que son trafic reste en

⁶²⁷ Source : DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile (<http://www.dgac.fr>))

⁶²⁸ Ibid.

dessous des deux autres aéroports de l'espace métropolitain et notamment de l'aéroport de Brest.

- L'aéroport de Brest-Bretagne : porte le titre d'aéroport régional disposant de la même capacité annuelle de traitement de passagers (800 000), le trafic de l'aéroport de Brest est multiplié par 1,75 par rapport à celui de Rennes. En termes de liaisons régulières, l'aéroport propose 6 destinations nationales dont une s'effectue au sein même de l'espace métropolitain vers Nantes avec la formule d'Air France, « Le RDV Atlantique », qui fonctionne sous la forme de navette deux fois par jour.

L'offre régulière à destination de villes européennes est plus importante : l'aéroport de Brest propose 4 destinations (Londres, Birmingham, Exeter et Southampton). Ces quatre destinations sont opérées par des compagnies à bas coûts, Ryanair et Flybe. On peut alors émettre l'hypothèse que la présence de ces compagnies à bas coûts ou *Low Cost* explique en partie la différence entre les aéroports de Rennes et Brest.

- L'aéroport de Nantes Atlantique : en termes de capacité de traitement, l'aéroport de Nantes multiplie par 3 son volume de passagers puisque la limite est fixée à 3 millions de passagers. Pourtant, bien qu'il soit loin d'avoir atteint ce chiffre (maximum : 1 919 401 passagers en 2001) cela fait plus d'une décennie qu'on réfléchit à la création de Notre-Dame-des-Landes. Il est vrai que l'objectif est de donner à Nantes et à cette nouvelle infrastructure une envergure internationale et par conséquent de faire de cet aéroport, l'aéroport du Grand Ouest. Objectif qui est d'ailleurs inscrit dans le projet de l'Espace Métropolitain Loire-Bretagne.

En attendant, Nantes Atlantique situé à 10 kilomètres au sud-ouest de la ville exerce la fonction d'aéroport régional voire interrégional.

L'activité régulière proposée est plus importante qu'à Brest ou Rennes et particulièrement en terme de liaisons européennes (7) et internationales (2). Les liaisons domestiques proposées au départ de Nantes (13) concernent les principales agglomérations françaises, 11 destinations sur les 13 proposées, avec en particulier la desserte de Brest.

L'amélioration de l'accessibilité internationale de cette région métropolitaine, qui fait partie des enjeux de ce projet, passe en partie par une organisation spatiale qui doit

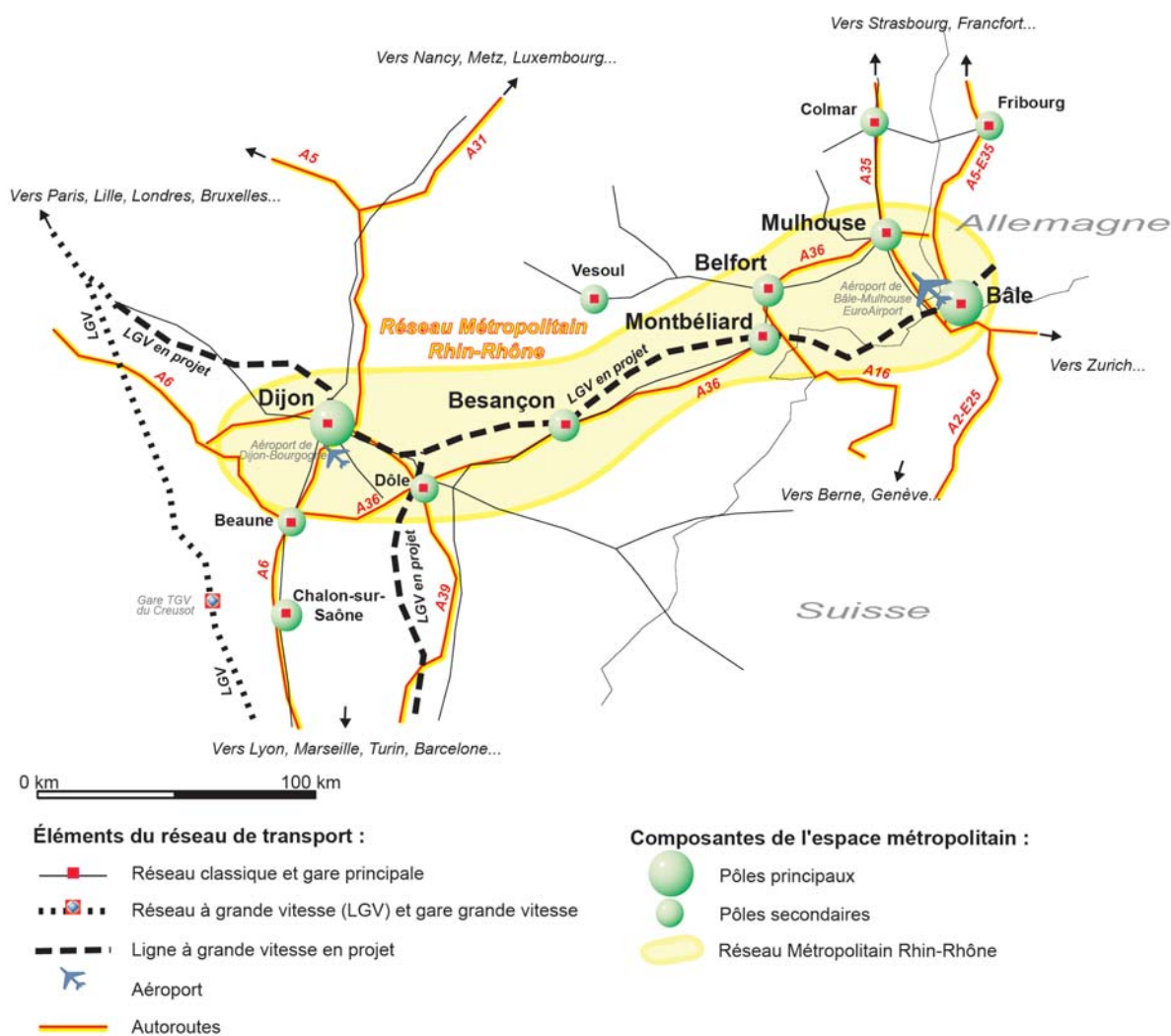
favoriser le fonctionnement interrégional des réseaux et l'amélioration de la qualité des dessertes aériennes, ferroviaires et routières.

Dans l'ensemble, cet espace se présente avec de nombreux atouts. Néanmoins, l'espace retenu est loin d'être homogène et pose la question de la négation de certaines agglomérations (Quimper, Lorient et Le Mans). Il renvoie à un espace, décrit ci-dessus comme une « dentelle sans valeur », un réseau de villes non pris dans son intégralité. Le cas de l'intégration du Mans situé en marge devant être traité à part.

En effet, on peut se demander si cette ville n'est pas plus fortement attirée par la capitale, avec une liaison TGV en moins d'une heure, que par l'espace régional Loire-Bretagne. Cette même question peut être soulevée pour l'agglomération de Tours, qui bénéficie largement du développement du Bassin Parisien par sa position géographique, mais surtout par sa position sur le réseau ferroviaire à grande vitesse. Dans les cas que nous avons choisi de traiter, on a retenu un deuxième espace interrégional articulé dans un premier temps autour de la ville de Dijon.

f) Dijon

L'Espace Métropolitain Rhin-Rhône, comme le montre la carte suivante, s'articule autour de six agglomérations. Le projet regroupe à son origine, cinq agglomérations françaises appartenant à trois régions : Dijon en Bourgogne, Besançon, Belfort et Montbéliard en Franche-Comté et Mulhouse en Alsace.



© S. Bozzani-Franc, INRETS, 2006

Carte 25 : Le Réseau Métropolitain Rhin-Rhône

Dans un deuxième temps, à ces cinq agglomérations, s'ajoute l'agglomération « trinationale » de Bâle qui s'étend sur la Suisse, la France et l'Allemagne. La ville de Chalon-sur-Saône et la Communauté Urbaine de Creusot-Montceau se sont joints au projet dans un troisième temps.

En termes de poids aucune de ces agglomérations, à l'exception de Bâle, ne peut prétendre au titre de métropole. Le regroupement et le fonctionnement en réseau de villes est une alternative pour atteindre le poids critique d'une métropole⁶²⁹, comme le souligne d'ailleurs l'ensemble des villes de cet espace dans leur projet⁶³⁰.

⁶²⁹ Renard, J. (2000). "Nantes, métropole inachevée?" *L'Information Géographique* 2: 117-133.

⁶³⁰ Communautés d'Agglomérations et Agences d'Urbanismes de l'Espace Métropolitain Rhin-Rhône (2004). Réseau Métropolitain Rhin-Rhône : Dijon, Besançon, Montbéliard, Belfort, Mulhouse : Déclaration d'intention Métropolitaine. Dijon, Communautés d'Agglomérations, Villes et Agences d'Urbanisme du Réseau Rhin-Rhône: 47 p.

L'enjeu principal de cette région métropolitaine est la coopération interrégionale et transfrontalière vue comme une stratégie pour s'imposer à l'échelle européenne.

Si on observe d'un peu plus près la carte, deux sous-ensembles se détachent : celui autour de Dijon et Besançon, auquel pourront se joindre Chalon-sur-Saône et la Communauté Urbaine de Creusot-Montceau ; le deuxième sous-ensemble est articulé autour de Montbéliard, Belfort, Mulhouse et Bâle. D'ailleurs le dossier complémentaire à la déclaration d'intention métropolitaine de 2005 préconise cette approche en sous-ensemble⁶³¹.

Comme pour les autres projets, l'ambition est d'intégrer l'axe métropolitain Rhin-Rhône dans le réseau des métropoles européennes. Cet ensemble mise fortement sur les apports du TGV Rhin-Rhône qui mettra ces villes à 20 minutes les unes des autres, renforçant l'idée d'un réseau de villes.

En matière de transport, c'est actuellement le réseau routier qui constitue le meilleur moyen de relier ces villes entre elles. Si on observe cet espace dans une logique d'équipement, on peut premièrement souligner une faible proportion d'infrastructures aéroportuaires comparativement à d'autres espaces étudiés précédemment. On compte, en effet, un aéroport majeur sur cet espace, celui de Mulhouse-Bâle avec 3 264 767 passagers en 2005. L'aéroport de Dijon, avec 9 749 passagers en 2005, est marqué par une activité tournée vers les vols non réguliers, les vols d'affaires et les vols privés.

En 2006, une ligne hebdomadaire est proposée à destination de Nevers. Comme celle de l'aéroport d'Angers, l'activité de l'aéroport de Dijon ne semble pas suffisamment significative pour qu'il puisse être considéré comme un aéroport régional. C'est alors l'aéroport de Bâle-Mulhouse appelé aussi « EuroAirport : Basel – Mulhouse – Freiburg » qui constitue la principale plate-forme aéroportuaire de la région métropolitaine. Effectivement, celui-ci situé au carrefour des frontières française, suisse et allemande, propose des vols réguliers vers les principales métropoles européennes. La connexion aux hubs européens lui donne accès au

Et Communautés d'Agglomérations et Agences d'Urbanismes de l'Espace Métropolitain Rhin-Rhône (2005). Réseau Métropolitain Rhin-Rhône : Dossier complémentaire : Déclaration d'intention Métropolitaine. Dijon, Communautés d'Agglomérations, Villes et Agences d'Urbanisme du Réseau Rhin-Rhône: 110 p.

⁶³¹ Communautés d'Agglomérations et Agences d'Urbanismes de l'Espace Métropolitain Rhin-Rhône (2005). Réseau Métropolitain Rhin-Rhône : Dossier complémentaire : Déclaration d'intention Métropolitaine. Dijon, Communautés d'Agglomérations, Villes et Agences d'Urbanisme du Réseau Rhin-Rhône: 110 p.

reste du mode grâce au jeu des correspondances. On note également la présence de nombreuses destinations touristiques au départ de Bâle-Mulhouse.

Toutefois, même si on peut considérer l'aéroport de Bâle-Mulhouse comme l'aéroport de la région métropolitaine, si on se reporte sur les ambitions du projet métropolitain en matière de transport et de déplacements, le mode aérien n'est pas une priorité. L'objectif est d'abord de consolider le fonctionnement interne de la région métropolitaine en misant sur le réseau ferroviaire à grande vitesse qui mettra ces villes à 20 minutes les unes des autres. La ligne du TGV Rhin-Rhône composée de trois branches centrées sur Dijon est présentée comme « un projet européen structurant qui aura un impact fort en matière d'aménagement du territoire tout à fait différent de celui des autres projets TGV qui, plus centralisateurs, passent par la capitale »⁶³².

L'objectif de cette ligne, outre la desserte des principales villes du territoire métropolitain, est de rapprocher le réseau métropolitain Rhin-Rhône des autres grands ensembles métropolitains de l'Europe et de renforcer grâce au TGV l'attractivité des villes.

Les 1h30 de TGV qui séparent actuellement Paris et Dijon font de cette dernière un cas particulier au même titre que les villes de Le Mans ou Tours. La consolidation d'un réseau de ville peut être vue comme un moyen de diminuer l'influence parisienne sur ce territoire même si une des branches du TGV Rhin-Rhône consiste à relier l'agglomération dijonnaise à la ligne Sud-est du TGV et donc à la capitale plus efficacement.

Toutefois, si la région métropolitaine Rhin-Rhône mise sur une amélioration de son accessibilité interne, la question du rayonnement externe reste ouverte. On a pu voir que du point de vue des logiques d'équipement, cet espace ne peut aujourd'hui être assimilé à une région métropolitaine autonome. La mise en service en trois temps de la ligne TGV Rhin-Rhône devrait modifier cet état de fait. De plus, la logique d'organisation envisagée dans le projet métropolitain peut accélérer l'ouverture européenne de cet espace.

Le dernier cas que nous souhaitons traiter est celui de l'agglomération de Tours, dont la position se distingue nettement de tous les cas exposés jusqu'ici.

⁶³² Communauté d'Agglomération de Dijon (2006). Le Grand-Dijon : Un projet Européen. Le TGV Rhin-Rhône, la grande vitesse au cœur de la ville, <http://www.grand-dijon.fr>. **Consulté en 2006.**

g) Tours

L'agglomération de Tours n'apparaît dans aucun espace métropolitain retenu par la DIACT en 2005. Pourtant, comme l'agglomération du Mans, celle de Tours apparaît comme un cas particulier et intéressant par rapport à nos hypothèses de travail. Ainsi, l'agglomération de Tours bénéficie d'une bonne accessibilité externe non pas relative à la proximité géographique avec une métropole, mais grâce à sa position sur le réseau ferroviaire à grande vitesse qui met la ville à 1 heure de la capitale et à 1h30 de l'aéroport de Roissy CDG. On est ici dans une logique d'organisation qui voit l'agglomération de Tours, comme celle du Mans rechercher une ouverture grâce notamment aux TGV qui se rabattent sur l'aéroport de Roissy CDG.

De là plusieurs interrogations sont soulevées pour ces villes moyennes qui sont, par le réseau TGV, mise à une heure de la capitale. Pour des villes comme Tours, Le Mans et prochainement Reims existe-t-il une dynamique commune avec celle de Lille dont le poids démographique la range dans le rang des métropoles ?

Ces villes peuvent-elles être considérées comme des polarités secondaires de la capitale, ou bien, ces villes sont-elles hors des logiques métropolitaines, toujours du point de vue du rayonnement externe ?

L'ensemble de ces interrogations nous ramène à nos hypothèses de travail qui seront traités dans le chapitre suivant.

Finalement, nous avons établi une liste d'espaces métropolitains où sont représentés plusieurs types de régions métropolitaines effectives ou en devenir. Ainsi, on note la présence d'espaces qui sont régionaux, interrégionaux et / ou transfrontaliers fondés sur des réseaux de villes existants ou en construction.

Cependant, avant de mettre à l'épreuve ces cas d'études, la question des données reste ouverte sachant que pour évaluer le rayonnement externe de ces entités métropolitaines, on s'inscrit dans l'espace européen. Cet espace présenté dans le premier point nous a permis de dresser une liste constituée de plus de 200 villes et pour lesquelles on doit maintenant recueillir les données nécessaires à notre démonstration.

Ces données concernent essentiellement les horaires aériens et ferroviaires à grande vitesse de et vers toutes les villes sélectionnées. Le point suivant s'attachera à localiser, stocker et utiliser ces données afin d'évaluer l'accessibilité externe des espaces métropolitains retenus comme espaces de travail.

2. Collecte des données : les horaires, les temps moyens et les temps estimés

Le travail qui consiste à la construction d'une base de données horaire, a commencé sous l'impulsion des travaux du programme ORATE-ESPON⁶³³. Mené en collaboration avec Alain L'Hostis pendant plusieurs mois, il a abouti à la cartographie de plusieurs indicateurs d'accessibilité dont celle des allers-retours journée⁶³⁴. Dans le cadre de la thèse et selon nos hypothèses de départ, la confirmation d'une ouverture métropolitaine selon une logique d'équipement en infrastructure, notamment en infrastructure aéroportuaire, ou une logique d'organisation de l'offre de transport nécessite, pour l'évaluation du rayonnement et de l'accessibilité des villes choisies, qu'on s'investisse dans une recherche d'horaires aériens et ferroviaires. Ainsi, que se soit dans le cadre des travaux de l'ORATE ou de la thèse, l'évaluation des chaînes de transport fait appel à la construction d'une base qui réponde aux objectifs de l'ORATE⁶³⁵ et à ceux de la thèse rappelés ci-dessus. Cependant, si les données nécessaires sont simples à localiser, très rapidement il est apparu difficile de trouver une source d'informations qui nous fournisse l'ensemble des données essentielles. Effectivement, la localisation de l'offre horaire de transport est aisée comme en atteste la quantité de sources et de supports disponibles, quelles soient, présentées sous forme papier ou informatique, que l'information provienne d'un aéroport, d'une compagnie aérienne ou d'un opérateur ferroviaire. Néanmoins, devant le choix de travailler à l'échelle européenne, d'inclure

⁶³³ L'ORATE (Observatoire Européen en Réseau de l'Aménagement du Territoire) ou *ESPON* (*European Spatial Planning Observation Network*) est un programme INTERREG III qui a pour ambition d'établir un observatoire du territoire européen et d'entretenir la coopération et la complémentarité entre les Etats membres de l'Union Européenne, la Commission Européenne et les Instituts de recherches en lien direct avec l'Aménagement du Territoire et plus largement le « développement territorial », (ORATE-Espon (2002). Official Website of the Espon 2006 programme, Supported by the EU-Community initiative Interreg III, <http://www.espon.lu/>). Plusieurs objectifs sont identifiables dans le programme ORATE-ESPON, le projet 1.2.1 piloté par le Pr. Philippe Mathis, ex-CESA (Centre d'étude supérieur en Aménagement) aujourd'hui Polytech'Tours département Aménagement, rattaché à l'Université François Rabelais de Tours. Ce projet 1.2.1 s'est attaché sur la période 2002-2004 à travailler sur le thème suivant : *Transport services and networks: Territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion* (Réseaux et services de transport : Tendances territoriales et offre d'infrastructures pour la cohésion territoriale) et a conduit à la publication de plusieurs rapports, consultable sur : http://www.espon.lu/online/documentation/projects/thematic/thematic_17.html

⁶³⁴ ORATE-ESPON (2004). Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion (2002-2004) Project 1.2.1 (*Réseaux et services de transport : Tendances territoriales et offre d'infrastructures pour la cohésion territoriale*), http://www.espon.lu/online/documentation/projects/thematic/thematic_17.html. **Consulté en 2005.**

⁶³⁵ Ibid.

dans notre travail plus de 200 villes et de disposer des horaires avions et trains à grande vitesse de et vers toutes ces villes, nous oblige à envisager une approche particulière pour recueillir la masse de données nécessaire. Ainsi, la construction de notre propre base de données et la méthode adoptée seront les points développés ici. On s'attachera donc à décrire le cheminement qui aboutit à la construction des fichiers du graphe pour vérifier nos hypothèses de travail. Il sera question de décrire notre méthode de collecte des données, puis on s'intéressera à la construction de la base en elle-même et à son exploitation, enfin, la dernière étape traitera de la création des fichiers du graphe pour une exploitation de la base dans le logiciel MapNod⁶³⁶.

2.1 Méthode de collecte des données

L'objectif de collecte des horaires d'avions et de train à grande vitesse afin de mesurer le rayonnement externe d'une ville est le point de départ. Nous devons considérer la sélection des villes effectuées soit plus de 200. Dans la perspective d'une mesure de l'accessibilité et du rayonnement par l'offre de transport, il est donc nécessaire de disposer pour l'ensemble des villes retenues de tous les horaires pour chaque couple origine-destination et dans les deux sens de circulation. Le calcul est alors simple, on a 289 villes et pour toutes ces villes on va interroger tous les départs en avions et en trains à grande vitesse. A ce stade on doit définir sur quelle période effectuer le travail. Et devant l'ampleur des données dont il nous faut disposer, on choisit de fixer un jour de référence. Notre choix se porte donc sur un jour ouvrable, un jeudi. Plus précisément, on choisit le jeudi 27 mars 2003. Le travail de recueil a commencé en novembre 2002 ce qui correspond au début de la période d'exploitation Automne-Hiver 2002-2003. Cela nous amène donc à choisir la date la plus éloignée possible afin de constituer la base. Le 27 mars correspond au dernier jour d'exploitation de la période sélectionnée. Pour cette seule journée le nombre de requête est très important. La liste constituée de 289 villes va être interrogée par couple Origine-Destination afin d'obtenir, dans les deux sens de circulation, l'ensemble des horaires ce qui représente environ 83 200 interrogations. Avant cela, il nous faut donc localiser exactement les données, cette ou ces sources devant permettre une extraction et une exploitation rapide des données recueillies.

⁶³⁶ <http://mapnod.free.fr/>

2.1.1 Localisation des données

La nécessité de trouver une source fiable et efficace est la première étape. On a besoin de deux types d'informations horaires, les horaires d'avions et ceux des trains à grande vitesse. L'idéal serait de disposer dans une même source des deux types d'informations. On explore alors les sources horaires et on se retrouve face à plusieurs types de supports : papiers, cd-rom, fichiers informatiques de différents formats ou encore sites internet. Parmi ces formes d'informations horaires, les sources sont diverses.

a) La localisation des horaires ferroviaires

Pour le ferroviaire, l'information peut être recueillie auprès des opérateurs ferroviaires européens. La SNCF⁶³⁷ fournit par exemple les quatre types de supports mentionnés ci-dessus. En Allemagne, la Deutsche Bahn (DB)⁶³⁸ permet en accès direct d'obtenir les horaires des trains d'Allemagne et au-delà. En effet, le site de la DB ainsi que l'édition CD-Rom des horaires permet d'interroger plusieurs pays. L'information est complète sur le site mais l'automatisation de la recherche semble compliquée, on fait alors le choix d'explorer d'autres sources.

Le cas de l'accès aux informations horaires des chemins de fer britannique est lui comparable à l'information aérienne, à cause de la libre concurrence ferroviaire. Si chaque opérateur propose ses supports, il existe une source, OAG Rail Guide⁶³⁹ qui fournit sur une période d'exploitation, mensuelle, les horaires de tous les trains qui circulent en Grande Bretagne.

Sous le même format, on trouve le guide du tour opérateur Thomas Cook qui fournit une source papier des horaires de trains pour les pays européens pour un mois et une année donnée⁶⁴⁰. Cette dernière source est comparable à l'OAG Rail Guide, mais elle a l'avantage d'être exhaustive⁶⁴¹ puisqu'elle fournit une offre internationale et 37 pays figurent dans le tableau ci-dessous.

⁶³⁷ SNCF Voyages-sncf.com, <http://www.sncf.com/>, <http://www.voyages-sncf.com/>. **Consulté en 2002.**

⁶³⁸ Deutsche Bahn AG (2005). Die Bahn DB, Reiseauskunft (Renseignements Horaires), <http://reiseauskunft.bahn.de/bin/query.exe/dn?getstop=1>. **Consulté en 2002.**

⁶³⁹ OAG Worldwide Limited (2002). OAG Rail Guide, valid 28 October - 1 December. Dunstable.

⁶⁴⁰ Thomas Cook Publishing (2003). Thomas Cook, European Timetable : Railway and shipping services throughout Europe (March 2003). Peterborough : 1^{ère} édition du Guide en 1873, 1^{ère} édition du Guide Mensuelle, 1^{er} janvier 1883.

⁶⁴¹ Ibid.

Thomas Cook est retenu pour son exhaustivité malgré son format papier. Ce format que l'on considère à cet instant comme un inconvénient majeur pour un recueil et une manipulation simple des horaires. Nous analyserons dans les points suivants les données de Thomas Cook plus en détail de la méthode d'extraction au traitement des horaires ferroviaires jusqu'à l'incorporation dans le graphe.

<i>Grande Bretagne</i>	<i>Norvège</i>	<i>Macédoine</i>
<i>Irlande</i>	<i>Finlande</i>	<i>Albanie</i>
<i>France</i>	<i>Allemagne</i>	<i>Grèce</i>
<i>Belgique</i>	<i>Autriche</i>	<i>Bulgarie</i>
<i>Luxembourg</i>	<i>Pologne</i>	<i>Turquie</i>
<i>Pays Bas</i>	<i>République Tchèque</i>	<i>Roumanie</i>
<i>Suisse</i>	<i>Slovaquie</i>	<i>Ukraine</i>
<i>Italie</i>	<i>Hongrie</i>	<i>Moldavie</i>
<i>Espagne</i>	<i>Slovénie</i>	<i>Lituanie</i>
<i>Portugal</i>	<i>Croatie</i>	<i>Lettonie</i>
<i>Dänemark</i>	<i>Bosnie</i>	<i>Estonie</i>
<i>Suède</i>	<i>Serbie-Monténégro</i>	<i>Russie & Biélorussie</i>

Tableau 15 : Liste des pays présents dans le guide Thomas Cook

b) La localisation des horaires aériens

Pour l'aérien, la chose se complique avec la multiplicité des sources possibles pour disposer de l'information horaire, à quoi s'ajoute le nombre des supports disponibles.

On recense en effet quatre sources et de multiples supports :

- aéroports
 - compagnies aériennes
 - voyagistes – tour opérateur
 - GDS (Global Distribution System), les entreprises spécialisées dans le système de réservation centralisée
- L'aéroport et les compagnies aériennes :

Si on prend le cas de l'aéroport, on dispose de guides horaires généralement au format papier mais de plus en plus souvent ce même support est mis en ligne sur Internet (au format PDF). Toutefois, recueillir les données horaires de cette manière démultiplierait les sources au vu du nombre d'aéroports composants notre liste. De plus, la redondance de l'information serait considérable, sachant que dans notre liste de 289 villes, la quasi-totalité dispose d'au moins un aéroport.

En ce qui concerne un recueil de l'information depuis les guides horaires des compagnies aériennes, on se confronte aux mêmes problèmes de redondances en démultipliant l'information par le nombre de compagnies aériennes exerçant sur le territoire d'analyse. Ce sont alors les alliances et les partages de code, définis au chapitre 3 de la première partie, qui existent entre les compagnies qui posent problème. A cela s'ajoute l'idée que les compagnies aériennes disparaissent et naissent parfois très rapidement. On verra plus tard que la disparition d'une compagnie avec la redistribution de ses créneaux horaires aux compagnies candidates constitue une source de gêne dans le travail de recueil que l'on doit mener.

L'efficacité du recueil des données par les guides horaires des compagnies aériennes n'est donc pas prouvée. Au contraire, l'idée de pratiquer cette méthode pour le recueil des horaires renvoie à ce que l'on a déjà pointé, à savoir la démultiplication des sources et des supports ainsi que la redondance de l'information. On examine ensuite les informations fournies par les voyagistes et les tours opérateurs qui sont des professionnels de l'affrètement des avions et on fait l'hypothèse qu'ils disposent de l'information horaire que l'on souhaite recueillir.

- Les voyagistes et les tours opérateurs :

La solution de recueillir les données au niveau des voyagistes⁶⁴² est envisagée et se révèle une idée intéressante. On recense de 700 à 800 voyagistes en France : Thomas Cook, Anyway, Expédia, Last Minutes... Fournissant un large choix dans les informations : horaires, origine-destination, compagnie aérienne ou ferroviaire, prix... La liste des voyagistes est donc longue et seulement une faible partie d'entre eux se basent sur des informations horaires. En effet, la majorité se spécialise sur les promotions de vols, de séjours avec quelque fois une zone géographique prédéfinie. On a donc écarté une nouvelle fois ce type de support et c'est en partie pour des raisons d'extractions des données utiles, de redondance aussi, car ce type de support met principalement en avant le prix sur une origine-destination ce qui complique le recueil à cause de la multitude des tarifs proposés sur une liaison.

⁶⁴² Le voyageur, comparable au Tour opérateur, se définit comme une entité qui affrète les avions et les places charters, il négocie les tarifs auprès des compagnies aériennes. L'agence de voyage, quant à elle, ne fait que revendre à un prix identique les produits des tours opérateurs et des voyageurs. Aventure du Bout du Monde (Association) (2002). Guide du passager : Lexique de l'aérien : des définitions utiles, <http://www.abm.fr/avion/gvade.html#anchor604969>. **consulté en 2002.**

L'illustration suivante, extraite du site Internet Opodo⁶⁴³ en 2005, est un bon exemple de l'information fournie par certains voyagistes.

opodo
C'est vous qui voyagez

<http://www.opodo.fr>

Votre recherche

Paris, France - Londres, Grande Bretagne
jeu. 22 décembre 05 - jeu. 29 décembre 05
1 Adulte 0 Enfant 0 Bébé

Modifier la recherche

<p>Départ : jeu. 22 décembre 05 Départ : 10:40, Charles De Gaulle, Paris</p> <p>Arrivée : 11:00, Heathrow, Londres</p> <p>Durée : 01:20, Vol direct Compagnie aérienne : British Airways</p>	<p>Retour : jeu. 29 décembre 05 Départ : 06:20, Heathrow, Londres</p> <p>Arrivée : 08:25, Charles De Gaulle, Paris</p> <p>Durée : 01:05, Vol direct Compagnie aérienne : British Airways</p>	<p>Cocher ce vol pour l'envoyer par e-mail</p> <p>190,57 EUR ** Prix par adulte (taxes et frais de réservation inclus) 190,57 EUR** Total TTC (frais de réservation inclus)</p> <p>Sélectionner</p>
<p>Départ : jeu. 22 décembre 05 Départ : 10:40, Charles De Gaulle, Paris</p> <p>Arrivée : 11:00, Heathrow, Londres</p> <p>Durée : 01:20, Vol direct Compagnie aérienne : British Airways</p>	<p>Retour : jeu. 29 décembre 05 Départ : 09:20, Heathrow, Londres</p> <p>Arrivée : 11:35, Charles De Gaulle, Paris</p> <p>Durée : 01:15, Vol direct Compagnie aérienne : British Airways</p>	<p>Cocher ce vol pour l'envoyer par e-mail</p> <p>190,57 EUR ** Prix par adulte (taxes et frais de réservation inclus) 190,57 EUR** Total TTC (frais de réservation inclus)</p> <p>Sélectionner</p>
<p>Départ : jeu. 22 décembre 05 Départ : 10:40, Charles De Gaulle, Paris</p> <p>Arrivée : 11:00, Heathrow, Londres</p> <p>Durée : 01:20, Vol direct Compagnie aérienne : British Airways</p>	<p>Retour : jeu. 29 décembre 05 Départ : 07:20, Heathrow, Londres</p> <p>Arrivée : 09:40, Charles De Gaulle, Paris</p> <p>Durée : 01:20, Vol direct Compagnie aérienne : British Airways</p>	<p>Cocher ce vol pour l'envoyer par e-mail</p> <p>190,57 EUR ** Prix par adulte (taxes et frais de réservation inclus) 190,57 EUR** Total TTC (frais de réservation inclus)</p> <p>Sélectionner</p>
<p>Départ : jeu. 22 décembre 05 Départ : 10:40, Charles De Gaulle, Paris</p> <p>Arrivée : 11:00, Heathrow, Londres</p> <p>Durée : 01:20, Vol direct Compagnie aérienne : British Airways</p>	<p>Retour : jeu. 29 décembre 05 Départ : 18:35, Heathrow, Londres</p> <p>Arrivée : 20:50, Charles De Gaulle, Paris</p> <p>Durée : 01:15, Vol direct Compagnie aérienne : British Airways</p>	<p>Cocher ce vol pour l'envoyer par e-mail</p> <p>210,57 EUR ** Prix par adulte (taxes et frais de réservation inclus) 210,57 EUR** Total TTC (frais de réservation inclus)</p> <p>Sélectionner</p>

Figure 54 : Exemple d'une extraction Aller-retour sur la liaison Paris-Londres sur le site du voyageur « Opodo »⁶⁴⁴

Cette illustration nous permet d'affirmer le caractère redondant de l'information, notamment à cause des multiples tarifs proposés. De plus, Opodo ne fournit pas immédiatement les terminaux de départ et d'arrivée et il faut sélectionner un vol pour obtenir ces données, comme c'est le cas pour de nombreux fournisseurs des services horaires. Par exemple, si on prend le premier vol qui figure sur l'illustration ci-dessus, on obtient le résultat suivant :

⁶⁴³ <http://www.opodo.fr>

⁶⁴⁴ Extraction des informations Aller-retour sur la liaison Paris-Londres sur le site du voyageur « Opodo », les informations ont été mises en page par l'auteur. Opodo appartient à Air France, Aer Lingus, Alitalia, Austrian Airlines, British Airways, Finnair, Iberia, KLM, Lufthansa et Amadeus.

Tarif				
Montant TTC (frais de réservation inclus) pour : 1 adulte(s) et 0 enfant(s), 0 bébé(s)				
				190,57 EUR **
Voyageur	Tarif HT	Taxes	Frais de réservation	Total par pers
Adulte:	107,00 EUR	78,57 EUR	5,00 EUR	190,57 EUR **
Départ :	jeu. 22 décembre 05, Vol direct			
Durée :	01:20			
Départ :	* Terminal 2B, Charles De Gaulle (CDG), * Paris, France * 10:40 jeu.			
Arrivée :	* Terminal 4, Heathrow (LHR), * Londres, Grande Bretagne * 11:00 jeu.			
British Airways (BA 307)	* Vol direct * British Airways (BA 307) > * Type d'avion - 321 * Economique avec restrictions			

**Figure 55 : Exemple d'une sélection d'un vol sur la liaison Paris-Londres sur le site du voyageur
« Opodo » : recherche des informations complémentaires**

Une fois qu'on a opéré un clic sur le vol souhaité on obtient au premier plan le détail du tarif TTC du billet aller-retour, informant l'utilisateur du tarif hors taxe du billet, les taxes appliquées sur les vols ainsi que les frais de réservation. On trouve ensuite le détail du voyage avec les horaires ainsi que les terminaux de départ et d'arrivée.

En conséquence des remarques établies jusqu'ici on peut avancer l'idée que les sites de ce type ne correspondent pas à nos attentes et que la recherche d'une autre source est nécessaire. Néanmoins, si Opodo ne répond pas à nos attentes c'est bien en s'arrêtant sur ce site que l'on va trouver une source capable de répondre à nos attentes. En effet, Opodo appartient à Air France, Aer Lingus, Alitalia, Austrian Airlines, British Airways, Finnair, Iberia, KLM, Lufthansa et Amadeus. Ce dernier attire notre attention.

- Les GDS (Global Distribution System) ou Système de réservation centralisée :
Amadeus est une entreprise créée en 1987 par plusieurs compagnies aériennes : Air France, Lufthansa, Iberia et SAS. Amadeus fait partie du groupe *Amadeus Global Travel Distribution SA*⁶⁴⁵. Il est défini comme un partenaire technologique au service du voyage. Amadeus propose et développe depuis plus de 15 ans des outils de réservations et des solutions technologiques dédiés aux voyages d'affaires et de loisirs. Donc, son activité se concentre autour de l'industrie du voyage.

⁶⁴⁵ <http://www.amadeus.com/>

Le groupe Amadeus s'inscrit comme un GDS ; les GDS « sont des bases de données de suivi, en temps réel, des tarifs et disponibilités des fournisseurs... [et] par extension, GDS est le nom donné aux entreprises qui gèrent ses bases »⁶⁴⁶. Les GDS ont pour vocation de consolider sur une plate-forme unique les offres élaborées par divers représentants que sont les compagnies aériennes, les loueurs de voitures ou encore les chaînes hôtelières. Ils visent à répondre aux demandes des agences et aux sociétés qui créent des produits touristiques⁶⁴⁷. Parmi les entreprises qu'on range parmi les GDS, Amadeus, Sabre et Galiléo sont les plus connues avec une activité centrée sur l'aérien, étendue à d'autres services cités ci-dessus.

Le rôle d'Amadeus est donc de concevoir des solutions pour les agences de voyages. C'est avant tout un système unique et évolutif qui met en relation les distributeurs (agences, tour-opérateurs) et les fournisseurs de services liés au voyage (avion, train, voiture, hôtel, ferry...) ⁶⁴⁸. Pour les agents de voyages, il permet de consulter les disponibilités, de réserver, de tarifier, d'émettre des billets, d'éditer des documents, et il fournit de nombreuses informations sur les produits et sur le voyage. Ce service est étendu au grand public, avec la création du site du même nom⁶⁴⁹, qui permet d'obtenir des informations sur les lignes aériennes, les hôtels et locations de voitures partout dans le monde, sur les destinations, les aéroports, etc.

Notre choix s'arrête donc sur le site Amadeus, qui permet l'accès à plusieurs offres :

- celles des compagnies aériennes du monde entier,
- celle de la SNCF et de différentes compagnies ferroviaires européennes.

Mais aussi aux offres :

- des tours-opérateurs,
- des chaînes hôtelières,
- des sociétés de location de voitures.

Amadeus apparaît donc comme une source capable de répondre à nos besoins puisque le site fournit des horaires de l'aérien et du ferroviaire à grande vitesse. L'offre aérienne proposée est mondiale ; le système offre les horaires de 761

⁶⁴⁶ K-Buy (2001). "E-procurement et Voyages et déplacement." *Newletter K-Buy n°9 (fev 2001)*: 8p.

⁶⁴⁷ JDN et solutions (Benchmark Group) (2002). Après Amadeus, Galiléo entend offrir des connexions en mode Web Services, http://solutions.journaldunet.com/0207/020704_galileo.shtml. **consulté en 2006.**

⁶⁴⁸ <http://www.amadeus.fr>

⁶⁴⁹ <http://www.amadeus.net/home/new/index-fr.htm>

compagnies aériennes⁶⁵⁰. En ce qui concerne l'offre ferroviaire à grande vitesse, elle est relative à deux types de relations : les relations de pré et post-acheminement à l'avion et les relations entre villes qui s'effectuent par train à grande vitesse et que l'avion n'assure pas ou plus. Les liaisons Lille-Paris et Lille-Bruxelles correspondent aux types de relations ci-dessus. Après quelques tests, les résultats obtenus sur le site montrent que les modes sont mis en concurrence ou en complémentarité, dans un souci de performance du déplacement. Effectivement, certaines liaisons disposent des deux types d'offres (aérienne et ferroviaire à grande vitesse) et il apparaît qu'aucun des modes ne prend systématiquement le dessus sur l'autre. Si le train est le plus performant alors il apparaît en premier. La deuxième remarque que l'on peut faire porte sur la complémentarité car le site propose l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse comme le montre l'illustration suivante sur la relation Lille-Madrid. Plus qu'intermodale, l'offre proposée sur une relation est multimodale puisque les feuilles de résultats combinent des trajets monomodaux et intermodaux.

Vols : Lille, France - Madrid, Espagne								samedi 20 mai 2006				
Départ Lesquin (LIL), Lille, France vers Barajas (MAD), Madrid, Espagne												
LÉGENDE: 1ère=Première, aff=Affaires, Éco=Economique, N/D=Cette classe n'existe pas, Non=Vol complet, OP=Vol assuré par une autre compagnie aérienne, R=En demande TR= réservation sous certaines conditions												
Vol		Départ		Arrivée		Escales / Appareil		Durée		Places disponibles		
										1ère	aff.	Éco
Air France AF 7222 TR	Lille Europe Railway (XDB), Lille, France		12:17	Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal TN		13:07	Sans escale / TRN		3h58min	N/D	Oui	Oui
	Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 2F		14:10	Barajas (MAD), Madrid, Espagne Terminal 1		16:15	Sans escale / 318			N/D	Oui	Oui
Air France AF 7224 TR	Lille Europe Railway (XDB), Lille, France		12:33	Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal TN		13:33	Sans escale / TRN		5h02min	N/D	Oui	Oui
	Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 2F		15:30	Barajas (MAD), Madrid, Espagne Terminal 1		17:35	Sans escale / 735			Oui	Oui	Oui
Air France AF 7816	Lesquin (LIL), Lille, France		13:35	St Exupéry (LYS), Lyon, France Terminal 2		14:50	Sans escale / 100		3h30min	N/D	N/D	Oui
	St Exupéry (LYS), Lyon, France Terminal 2		15:20	Barajas (MAD), Madrid, Espagne Terminal 1		17:05	Sans escale / CRJ			N/D	N/D	Oui

Figure 56 : Multimodalité du site Amadeus

On en vient donc à la validation d'Amadeus comme outil de recherche. Plusieurs facteurs sont favorables à ce choix. Premièrement, c'est la facilité d'utilisation du site qui a retenu notre attention. Deuxièmement, la qualité des informations fournies correspond aux besoins. Enfin, c'est l'hypothèse d'une exploitation rapide qui a validé notre choix.

Néanmoins, on doit garder à l'esprit qu'en ce qui concerne la fiabilité des données, nous ne disposons d'aucune garantie absolue. En effet, Amadeus signifie clairement à ses utilisateurs qu'il n'assure pas la disponibilité, l'accès, la justesse, ni

⁶⁵⁰ <http://www.amadeus.fr>

l'opportunité des informations contenus sur le site⁶⁵¹. Sur ce dernier point, Amadeus est comparable à toutes les autres sources consultées et testées.

Sur chaque source qu'on a consultée, on a pratiqué des tests sur quelques relations. Amadeus a donc été testé, comme les autres sites afin premièrement, d'explorer mais aussi de vérifier l'information horaire.

La localisation étant faite, le principe de fonctionnement étant acquis, il nous faut maintenant trouver une manière fiable et rapide d'extraire les données du site et de les insérer dans une base, qu'il nous reste à construire pour pouvoir exploiter l'information horaire recueillie.

2.1.2 Extraction des données

La fin du point précédent nous permet d'avoir une idée assez précise du nombre d'interrogations requises pour construire une base horaire : un travail manuel s'avère d'ores et déjà impossible. Rappelons que le nombre de requête est évalué entre 250 et 500 000, car sur une relation on doit procéder à plusieurs interrogations à des heures différentes. Ainsi, la nécessité d'automatiser cette tâche devient alors le fil conducteur de notre démarche.

Pour traiter ce point nous procéderons de la façon suivante : premièrement, l'objectif est le choix d'un logiciel d'automatisation des tâches nous évitant alors de multiplier les actions répétitives. Nous ferons donc état du choix que nous avons effectué. Dans un deuxième temps, il s'agira de faire une introduction au logiciel afin de se familiariser avec les tâches que l'on peut réaliser. Enfin, il sera question après un retour sur nos objectifs de travail de présenter les supports dont on dispose et la construction de la procédure d'automatisation. Ce point nous permettra également de présenter le socle de la base de données obtenue, avec l'introduction des fichiers de métadonnées.

Le choix d' « Automate 5 »

Alors que l'hypothèse d'une exploitation rapide s'éloigne et que l'idée d'un travail manuel pour le recueil devient impossible, du fait premièrement, du nombre de fois ou il faut répéter l'opération pour une origine-destination ; à cause aussi du risque

⁶⁵¹ <http://www.amadeus.net/home/new/index-fr.htm>

élevé d'erreurs qui peuvent se produire, la nécessité d'automatiser les requêtes devient un fil conducteur.

Dans la recherche d'un outil capable de satisfaire nos attentes, les logiciels d'automatisation des tâches évoluant sous un environnement Windows sont notre point de départ. Ces logiciels sont des outils permettant de construire des procédures d'automatisation sur des stations de travail ou des serveurs. Dans ce registre de logiciel, on trouve « Automate 5 ».

Automate 5⁶⁵² est une plate-forme qui permet de construire, de gérer, de lancer et d'éditer des tâches automatisées. Le logiciel est composé de deux modules qui s'attachent à construire et à administrer les tâches. La plate-forme nous permet de reproduire à l'identique les gestes manuels à effectuer pour collecter et traiter l'information avec plus d'une centaine d'actions disponibles.



Figure 57 : A propos d'Automate...

L'avantage qui est non-négligeable par rapport à nos objectifs de travail est que l'interface de développement ou de construction des tâches est simple d'utilisation. Automate propose un langage visuel dans la construction des tâches qui est une traduction du langage AML, utilisé pour la programmation ; ces éléments sont traités dans l'annexe 9.

Le logiciel Automate est utilisé pour un recueil automatique des données horaires du site Amadeus mais aussi pour le traitement de ces données afin d'alimenter un fichier de tableur (Excel) et de construire une base de données.

L'intégralité de la démarche, de la localisation des données jusqu'à l'extraction, s'est déroulée d'octobre 2002 à mars 2003. Tout au long du travail de recueil, on a dû procéder à des adaptations de la procédure d'automatisation à cause notamment des changements d'interfaces du site Amadeus. Le recueil des données a donc duré un peu plus de 5 mois. La procédure sur cette même période a été lancée sur

⁶⁵² Automate 5 : site internet de référence <http://www.unisyn.com>

plusieurs ordinateurs, envoyant une interrogation, composée de plusieurs requêtes, toutes les 20 à 30 secondes sur le site Amadeus récupérant les données horaires pour les copier dans Excel. Un travail de surveillance a été nécessaire car les coupures réseaux ont constitué avec les changements d'interfaces un des principaux écueils.

Toutefois, dans la procédure construite, le problème qui est apparu le plus contraignant a été celui de la limite de capacité d'Excel. En effet, devant la quantité d'informations à récupérer ainsi que le nombre de villes à interroger, une fois les 65000 lignes complétées, qui correspondent au maximum possible dans Excel, (65000 lignes et 255 feuilles) nous avons multiplié les fichiers VillesHoraires.xls.

Si cette multiplication des fichiers en cours de procédure n'est pas un frein au recueil des données, néanmoins, elle suppose une étape supplémentaire de fusion, dans une unique et même source, pour la suite du travail. Inconvénient que nous traiterons plus en détail au moment du bilan final des données recueillies.

2.1.3 Bilan des données recueillies et recherches complémentaires

Le point précédent nous a permis d'indiquer que la procédure automatique de recherche horaire avait pris plus de 5 mois pour recueillir les données horaires d'Amadeus et que la multiplication des fichiers destinataires des données serait probablement un problème dans le travail d'exploitation de ces données.

Cependant, avant d'évoquer les contraintes de gestion et d'exploitation des données, il semble important d'établir un premier bilan des données recueillies dans Amadeus. On propose donc dans un premier temps d'effectuer ce bilan pour ensuite expliquer la nécessité de s'investir dans une nouvelle recherche d'horaires cette fois-ci ferroviaire. A cette occasion nous introduirons la méthode que nous avons utilisée pour procéder à ce recueil.

Pour faire le bilan des données recueillies, on va premièrement faire le point des informations horaires par rapport à la liste initiale des villes. Dans un deuxième temps, la diversité des horaires recueillis sera traitée.

Au total 296 villes ont été interrogées avec la procédure d'automatisation de recherche horaire. La première remarque est que si les interrogations se sont basées sur les villes, par la même occasion les codes IATA des infrastructures ont été

obtenus, c'est-à-dire les codes des aéroports, des gares et des gares routières des villes interrogées.

Amadeus est apparu comme un site fournit des informations horaires sur l'aérien et une partie d'horaires ferroviaire finalement, trois modes sont présents car il y a des relations effectuées en bus.

Néanmoins, si trois modes sont présents, la majorité des horaires de la base construite sont des horaires aériens. Ainsi, la base contient :

- 1 443 980 itinéraires ou relations Origine-Destination,
- 3 664 486 vols,
- 3 740 322 horaires,
- 296 villes interrogées, 263 aéroports, 95 gares et 7 gares routières, car on a des villes comme Londres qui ont un code ville, LON, mais plusieurs codes infrastructures, pour Londres on compte 11 codes infrastructures : 2 codes = AIR, 6 codes = FER et 3 codes = AIR et FER.
- Trois modes : AIR, FER et BUS avec des distinctions possibles dans les modes aérien et ferroviaire, car dans les horaires aérien on a pu déterminer la présence d'hélicoptères avec comme exemple la présence de la ville de Cannes, code CEQ, qui est un héliport.

Pour le ferroviaire la distinction est plus difficile à faire entre ferroviaire classique, ferroviaire à grande vitesse ou encore les lignes ferroviaires dédiées.

A partir du détail des données recueillies et par rapport aux objectifs, il apparaît qu'un certain nombre d'informations reste manquantes.

Premièrement, le recueil effectué sur les feuilles de résultat des requêtes dans Amadeus en 2003, ne nous a pas permis de récupérer l'information qui concerne les terminaux de départ et d'arrivée des vols. Pour chaque itinéraire proposé dans la feuille de résultat, en moyenne 10, il nous fallait pour obtenir l'information, cliquer

sur chaque vol. Depuis 2003, cette information est disponible directement sur la feuille de résultat, suite aux changements d'interfaces.

Le principal inconvénient est lié à l'information absente de la base constituée, elle se pose en termes de modélisation du temps d'interconnexion entre les modes. Cette difficulté sera contournée en appliquant des temps de connexions et d'interconnexions entre modes, choix que nous avons également fait pour les trajets de pré et post-acheminement.

La deuxième série d'informations manquantes concerne le mode ferroviaire. Au moment du choix de la source à exploiter, nous avons opté pour Amadeus car le site paraissait en mesure de fournir, après l'avoir testé, les horaires des principales compagnies ferroviaires. Toutefois, au moment d'un premier bilan des horaires recueillis, le ferroviaire présent est de plusieurs types, cependant, l'information n'est donnée que sur certaines relations. Ainsi, toutes les relations ferroviaires présentes dans la base ont été listées, on compte 5752 relations avec la présence de quelques erreurs. La liste des relations ferroviaires françaises, c'est-à-dire les relations qui ont pour origine ou destination la France, ne représente que 2,5% des relations ferroviaires présentes dans la base.

Et on constate deux choses :

- l'information horaire journalière du ferroviaire est incomplète,
- certaines lignes ne sont pas considérées ou seulement dans un sens de circulation.

En conséquence, on est amené à prolonger nos recherches de données horaires, uniquement sur le ferroviaire, en adoptant une nouvelle méthode. Comme on l'a déjà évoqué, la recherche des sources ferroviaires nous conduit au guide horaire Thomas Cook⁶⁵³. Rappelons que le guide Thomas Cook est fourni par le Tour Opérateur du même nom, cette source au format papier propose les horaires ferroviaires pour 37 pays européens sur une période d'un mois et une année donnée. L'offre proposée est à la fois internationale et nationale et le guide a été retenu pour son exhaustivité.

⁶⁵³ Thomas Cook Publishing (2003). Thomas Cook, European Timetable : Railway and shipping services throughout Europe (March 2003). Peterborough.

Dans la nouvelle recherche horaire qu'on entreprend, on va essentiellement considérer les TGV qui circulent en France ainsi que les relations ferroviaires à grande vitesse au départ ou à destination de la France.

La source horaire dont nous disposons est sous format papier ce qui implique une nouvelle méthode d'extraction des horaires. Une fois encore on va écarter l'idée d'un travail entièrement manuel pour préférer la méthode de la reconnaissance optique de caractères.

La deuxième phase consiste à ouvrir les fichiers texte acquis dans l'OCR dans Excel, pour procéder à l'extraction des horaires qui nous intéressent.

Cette deuxième phase se décompose en plusieurs étapes, la première d'entre elles, après ouverture des fiches horaires dans Excel, consiste à faire une relecture de ces fiches afin d'éliminer toutes les erreurs de lecture de données qui aurait pu être faite par l'OCR. Puis on passe à une deuxième lecture qui a pour objectif, premièrement de ne sélectionner que le ferroviaire à grande vitesse ou les trains à grande vitesse circulant sur des lignes classiques. Deuxièmement, comme on a pu le voir lors du détail des fiches horaires du guide, on ne sélectionne que les trains qui circulent le jeudi, soit le jour de référence que nous avons fixé (jeudi 27 mars 2003).

Notons que dans cette deuxième phase, nous avons choisi de regrouper toutes les fiches horaires acquises dans l'OCR dans le même fichier Excel. Au total on a une feuille par relation dans les deux sens de circulation, ce qui représente 9 relations et 18 fiches horaires.

Ainsi, dans les fiches horaires reconstruites dans Excel, on applique, au premier stade du traitement, une coloration des colonnes pour déterminer l'information à extraire.

La deuxième étape consiste à construire une macro Excel qui va extraire les données à récupérer. Même si on souhaite par cette méthode compléter l'information manquante de la base Amadeus, il ne s'agit pas ici d'incorporer ces nouveaux horaires dans cette base mais de créer directement les fichiers nœuds et arcs pour travailler dans MapNod.

Notons à ce propos que la création des fichiers MapNod sera l'étape suivante (finale) du travail qu'il nous reste à mener sur la base Amadeus. Puisque la création de ces fichiers finalise la modélisation du réseau qu'on souhaite analyser.

La macro Excel se structure de la manière suivante, on a créé initialement une feuille par fiche horaire. On insère ensuite deux autres feuilles : la première contient une liste de villes qui comptent des gares ferroviaires. Ces gares sont classées en fonction du pays. La feuille nommée *Nœuds* contient également une colonne où chaque ville et gare apparaissent sous un code identifiant composé de 10 chiffres.

La deuxième feuille sert de feuille de travail. La figure qui suit montre la macro en cours d'exécution.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Bourg St Maurice	Bourg St Maurice	7082401875		Horaires éliminés				
2	Alpe la Plagne	Alpe la Plagne	7082401602		Horaires retenus				
3	Moutiers-Salins	Moutiers-Salins	7082401991						
4	Albertville	Albertville	7082401608						
5	Chambéry	Chambéry	7082401718						
6	Briançon	Briançon	7082401685						
7	Gap	Gap	7082401909						
8	Chamonix	Chamonix	7082419113						
9	St Gervais	St Gervais	7082402143						
10	Salanches Megève	Salanches Megève	7082419143						
11	Cluses	Cluses	7082401740		Version 3: suppression des blancs avant et après les noms avec MID				
12	La Roche sur Foron	La Roche sur Foron	7082419336		Version4: ajoute 24 heures aux horaires du jour d'après				
13	Annecy				Version 5: code couleur				
14									
15									
16									
17									
18									

Figure 58 : Illustration de la macro Excel qui crée les correspondances entre les gares qui figurent dans la fiche horaire et les nœuds déjà identifiés

Celle-ci fait la correspondance entre la feuille nommée *Nœuds* et toutes les autres (les fiches horaires).

La macro a pour but d'attribuer à chaque ville d'une fiche horaire un code identifiant MapNod en apparence. Mais la macro va plus loin que la simple correspondance entre noms, puisqu'il s'agit dans le même temps de créer un fichier nœud et un fichier arc reprenant l'ensemble des horaires des fiches du fichier Excel.

La macro exécutée et les fichiers nœuds et arcs créés, la recherche complémentaire de données horaires est terminée. Au terme de l'exécution de la macro, même si ces horaires ferroviaires ne sont pas intégrés à la base Amadeus, cela ne pose aucun problème dans la suite de notre travail. Effectivement, comme on l'a déjà évoqué brièvement ci-dessus, le travail de création des fichiers nœuds et arcs est l'une des étapes suivantes dans la base Amadeus. Toutefois, avant cela nous devons regrouper l'ensemble des données aériennes de la base Amadeus dans un même support pour exploiter les données horaires.

2.2 Bilan des données recueillies, premiers traitements et exploitation des données

Lorsqu'on fait le bilan de la totalité des horaires recueillis, on est en présence de deux bases distinctes dont celle des horaires ferroviaires qui est prête à l'emploi dans MapNod. La base Amadeus qui contient quant à elle en majorité des horaires aériens nécessite, premièrement, que l'on puisse lire et traiter dans un même support la totalité des données de la base.

Deuxièmement, il s'agira de pratiquer quelques traitement dans cette base avant de construire les fichiers nœuds et arcs pour l'exploitation des données dans MapNod dans un troisième temps.

2.2.1 La recherche d'un support récepteur de la base Amadeus

La procédure d'automatisation de recherche horaire sur le site Amadeus s'est faite à partir de la communication de trois supports : Amadeus, Automate et Excel. Ce dernier a servi de plate-forme réceptrice des informations horaires récupérées sur Amadeus. La procédure arrivée à son terme, nous a montré les limites de capacité d'Excel, dans la gestion de la totalité des données dans un même fichier. Rappelons à ce propos que devant la quantité d'information que nous avons récupérée, nous avons multiplié les fichiers Excel nommés VillesHoraires.xls. Ainsi, il nous faut trouver un support (une nouvelle plate-forme) qui puisse gérer l'ensemble des données dans un même fichier.

On doit alors trouver un système de gestion de base de données qui va permettre de stocker et d'organiser la grande quantité d'informations horaires dont on dispose. La réponse se trouve dans la base de données relationnelle qui se met en place au moyen d'un système de gestion de base de données relationnelle ou SGBDR⁶⁵⁴.

Ainsi, dans un système de ce type on peut stocker et organiser des informations en grande quantité, mais on peut aussi naviguer, extraire et mettre à jour les informations d'une base via l'utilisation de requêtes. Précisons ici que les bases de données relationnelles sont structurées suivant les principes de l'algèbre. C'est-à-dire que l'accès aux données d'une base se fait par l'utilisation de différentes

⁶⁵⁴ Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Base de données relationnelle et Système de gestion de base de données, <http://fr.wikipedia.org>. **consulté en 2006**.

opérations sous forme de requête aux SGBDR, dont le langage le plus courant est le SQL⁶⁵⁵.

Aussi, utilisant un système de type SGBD la base de données construite n'est pas figée et les données peuvent y être modifiées.

Parmi les systèmes de gestion de bases de données, on fait le choix de MySQL qui est un SGBD utilisant SQL comme langage destiné « à *interroger ou manipuler une base de données relationnelle* »⁶⁵⁶.

MySQL⁶⁵⁷ est un logiciel distribué et géré par MySQL AB. C'est un serveur de base de données SQL qui est présenté comme étant rapide dans l'exécution et facile d'utilisation. De plus, c'est un gestionnaire de base de données en « open source », c'est-à-dire libre d'utilisation tant que celle-ci n'est pas commerciale⁶⁵⁸.

Le langage utilisé dans MySQL est de type SQL assimilé à un pseudo-langage informatique car il n'est pas structuré et doté des possibilités d'un langage de programmation classique, comme par exemple celui de VB (Visual Basic). Le langage utilisé est de type « déclaratif », c'est-à-dire que l'on envoie une requête par rapport à ce que l'on souhaite obtenir et c'est la machine qui l'exécute de la manière qu'elle veut. « *Dans SQL, vous n'avez, et d'ailleurs vous ne devez, pas avoir la moindre idée de comment la machine exécute votre demande, ni même dans quel ordre elle décompose le traitement de la requête en différentes tâches, ni d'ailleurs même comment elle les synchronise* »⁶⁵⁹. L'exécution des requêtes instruites dans MySQL sont donc totalement opaques pour l'utilisateur qui les lance.

Avant d'aborder le transfert de données d'Excel vers MySQL, nous allons présenter plus amplement ce nouvel outil. Ensuite, on présente la méthode de construction de la base Amadeus dans MySQL. L'étape suivante est le transfert du tableau Excel dans le SGBD (My SQL). On trouve en Annexe 14 une présentation de My SQL et de la façon dont on a structuré les tables de la base de données.

⁶⁵⁵ SQL : Structured Query Language ou langage structuré de requêtes

⁶⁵⁶ Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Structured Query Language ou SQL, <http://fr.wikipedia.org>. **consulté en 2006.**

⁶⁵⁷ My SQL AB (2006). Manuel de référence ("My SQL Reference Manual"), <http://dev.mysql.com/doc>. **consulté en 2006.**

⁶⁵⁸ Logiciel MySQL téléchargeable à l'adresse suivante : <http://www-fr.mysql.com>

⁶⁵⁹ Frédéric BROUARD - SQLpro (2003). Le SQL de A à Z : 1ère partie - Bases de données, SQL et types de données, <http://sql.developpez.com/sqlaz/fondements/>. **consulté en 2006.**

Dès que les données Excel se trouvent dans MySQL, on peut procéder aux premiers traitements des données.

2.2.2 Traitement dans la base Amadeus MySQL et construction des fichiers Nœuds et Arcs

Lorsque l'on pratique un bilan des données recueillies à partir du site Amadeus, on sait dès le départ que l'information dont on dispose compte énormément d'horaires redondants. La raison en est simple : les requêtes qu'on a entrepris dans Amadeus ont interrogé des Origines-Destinations et donné des résultats sur des itinéraires contenant plusieurs vols.

Comme on peut le voir sur la figure suivante, dans une extraction Excel de la base Amadeus de MySQL, l'information présente dans la table Horaires montre que par rapport au fichier Excel initial, le transfert dans MySQL nous a fait rajouter un certain nombre de nouvelles variables.

Néanmoins il nous faut expliquer pourquoi il est nécessaire de compléter l'information de départ. La première explication tient dans la lecture d'une table ou d'un extrait. Les requêtes posées pour recueillir les données horaires ont été faites sur des Origines-Destinations ou des relations. Par exemple si on commence la lecture à la première ligne de la figure ci-dessous la relation concernée est LIL (Ville de départ : Lille) vers IEV (Ville de destination : Kiev). Pour accomplir cette relation on part de la gare de Lille (AeroDepVol = XDB) et on arrive à l'aéroport de Kiev (AeroArrVol = KBP) deux lignes en dessous.

	jour	VilleOri	VilleDes	CodeIti	CodeVol	TR_OP	AeroDepVol	AeroArrVol	HDep	HArr	NbEscales	Duree	Avion	Rea	Compagnie	NumVol	NbVois	HDepIti	HArrIti	ODCodeIti	NbVoisIti	
1	27	LIL	IEV	AF 7200AF 1382OK 916	AF 7200	TR	XDB	CDG	05:59:00	06:51:00	Sans escale	7h21	TGV	N/D	Oui	Oui	AF	167361	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7200AF 1382OK 916 (NULL)
2	27	LIL	IEV	AF 7200AF 1382OK 916	AF 1382		CDG	PRG	07:40:00	09:20:00	Sans escale	7h21	319	N/D	Oui	Oui	AF	167362	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7200AF 1382OK 916 (NULL)
3	27	LIL	IEV	AF 7200AF 1382OK 916	OK 916		PRG	KBP	11:30:00	14:20:00	Sans escale	7h21	735	N/D	Oui	Oui	OK	167363	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7200AF 1382OK 916 (NULL)
4	27	LIL	IEV	AF 7810AF 3440OK 916	AF 7810		LIL	LYS	06:40:00	08:00:00	Sans escale	6h40	100	N/D	N/D	Oui	AF	167364	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7810AF 3440OK 916 (NULL)
5	27	LIL	IEV	AF 7810AF 3440OK 916	AF 3440		LYS	PRG	09:20:00	10:55:00	Sans escale	6h40	ER3	N/D	N/D	Oui	AF	167365	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7810AF 3440OK 916 (NULL)
6	27	LIL	IEV	AF 7810AF 3440OK 916	OK 916		PRG	KBP	11:30:00	14:20:00	Sans escale	6h40	735	N/D	Oui	Oui	OK	167366	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7810AF 3440OK 916 (NULL)
7	27	LIL	IEV	AF 7810OK 4745OK 916	AF 7810		LIL	LYS	06:40:00	08:00:00	Sans escale	6h40	100	N/D	N/D	Oui	AF	167367	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7810OK 4745OK 916 (NULL)
8	27	LIL	IEV	AF 7810OK 4745OK 916	OK 4745	OP	LYS	PRG	09:20:00	10:55:00	Sans escale	6h40	ER3	N/D	N/D	Oui	OK	167368	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7810OK 4745OK 916 (NULL)
9	27	LIL	IEV	AF 7810OK 4745OK 916	OK 916		PRG	KBP	11:30:00	14:20:00	Sans escale	6h40	735	N/D	Oui	Oui	OK	167369	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7810OK 4745OK 916 (NULL)
10	27	LIL	IEV	AF 7206AF 2652	AF 7206	TR	XDB	CDG	07:13:00	08:37:00	Sans escale	5h52	TGV	N/D	Oui	Oui	AF	167370	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7206AF 2652 (NULL)
11	27	LIL	IEV	AF 7206AF 2652	AF 2652		CDG	KBP	10:05:00	14:05:00	Sans escale	5h52	735	N/D	Oui	Oui	AF	167371	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7206AF 2652 (NULL)
12	27	LIL	IEV	KL 2524AF 2652	KL 2524	OP	XDB	CDG	07:13:00	08:41:00	Sans escale	5h52	TRN	N/D	Oui	Oui	KL	167372	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV KL 2524AF 2652 (NULL)
13	27	LIL	IEV	KL 2524AF 2652	AF 2652		CDG	KBP	10:05:00	14:05:00	Sans escale	5h52	735	N/D	Oui	Oui	AF	167373	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV KL 2524AF 2652 (NULL)
14	27	LIL	IEV	AF 7208AF 2652	AF 7208	TR	XDB	CDG	07:59:00	08:51:00	Sans escale	5h06	TGV	N/D	Oui	Oui	AF	167374	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7208AF 2652 (NULL)
15	27	LIL	IEV	AF 7208AF 2652	AF 2652		CDG	KBP	10:05:00	14:05:00	Sans escale	5h06	735	N/D	Oui	Oui	AF	167375	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7208AF 2652 (NULL)
16	27	LIL	IEV	AF 7208PS 702	AF 7208	TR	XDB	CDG	07:59:00	08:51:00	Sans escale	6h26	TGV	N/D	Oui	Oui	AF	167376	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7208PS 702 (NULL)
17	27	LIL	IEV	AF 7208PS 702	PS 702		CDG	KBP	11:20:00	15:25:00	Sans escale	6h26	737	N/D	Oui	Oui	PS	167377	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7208PS 702 (NULL)
18	27	LIL	IEV	LH 2993PS 702	LH 2993	OP	XDB	CDG	07:59:00	08:52:00	Sans escale	6h26	TRN	N/D	Oui	Oui	LH	167378	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV LH 2993PS 702 (NULL)
19	27	LIL	IEV	LH 2993PS 702	PS 702		CDG	KBP	11:20:00	15:25:00	Sans escale	6h26	737	N/D	Oui	Oui	PS	167379	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV LH 2993PS 702 (NULL)
20	27	LIL	IEV	AF 7212PS 702	AF 7212	TR	XDB	CDG	08:49:00	09:40:00	Sans escale	5h36	TGV	N/D	Oui	Oui	AF	167380	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7212PS 702 (NULL)
21	27	LIL	IEV	AF 7212PS 702	PS 702		CDG	KBP	11:20:00	15:25:00	Sans escale	5h36	737	N/D	Oui	Oui	PS	167381	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV AF 7212PS 702 (NULL)
22	27	LIL	IEV	LH 2995LH 4095PS 204	LH 2995	OP	XDB	CDG	12:17:00	13:08:00	Sans escale	8h23	TRN	N/D	Oui	Oui	LH	167382	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV LH 2995LH 4095PS 204 (NULL)
23	27	LIL	IEV	LH 2995LH 4095PS 204	LH 4095	OP	CDG	TXL	15:10:00	16:55:00	Sans escale	8h23	CR1	N/D	Oui	Oui	LH	167383	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV LH 2995LH 4095PS 204 (NULL)
24	27	LIL	IEV	LH 2995LH 4095PS 204	PS 204		TXL	KBP	18:35:00	21:40:00	Sans escale	8h23	737	N/D	Oui	Oui	PS	167384	(NULL)	(NULL)	(NULL)	LILIEV LH 2995LH 4095PS 204 (NULL)

Figure 59 : Extrait de la table Horaires de la base Amadeus (MySQL) exporté dans Excel

Ainsi, la base est construite de telle manière que la lecture d'une relation se fait sur une ou plusieurs lignes puisque chaque ligne correspond à 1 vol (Variable CodeVol) et 1 numéro de vol. On constate donc ici, sur l'exemple choisi qu'il n'y a aucun vol direct qui assure la relation Lille – Kiev et qu'au minimum on a besoin de 2 vols, soit 2 lignes.

On voit également, dans cette extraction, que l'on a introduit de nouvelles colonnes. Certaines d'entre elles sont déjà complétées comme Compagnie, NumVol, ODCodelti.

La colonne Compagnie reprend le code deux lettres des compagnies qui figurent dans la colonne CodeVol qui elle associe le code deux lettres des compagnies et un numéro de vol. La colonne NumVol est construite de la manière suivante, chaque ligne entrée dans la table est comptabilisée de telle manière que le premier vol soit la première ligne de la table a la valeur 1, la deuxième ligne a la valeur 2 et ainsi de suite jusqu'à ce que tous les couples de villes aient été interrogés. Enfin la colonne ODCodelti reprend les informations sur la relation interrogée soit le code de la ville de départ et celui de la ville d'arrivée ainsi que les valeurs qui se trouvent dans la colonne Codelti, soit la mise bout à bout (concaténation) des codes de vol qui composent l'itinéraire.

On note la présence de plusieurs colonnes qui sont encore vides et qui nous seront nécessaire pour le traitement des données. On a 4 colonnes supplémentaires : NbVols qui est le nombre de vols sur un itinéraire, Hdeplti c'est-à-dire l'heure de départ sur l'itinéraire et HArrlti qui est l'heure d'arrivée sur l'itinéraire, enfin la dernière colonne Numlti consiste à donner un numéro à chaque relation dans la même logique que pour NumVol qui donne un numéro de vol à chaque vol supplémentaire. Ces informations ont pour but de faciliter la lecture des tables et par la suite leur exploitation, l'ensemble des variables et leurs définitions se trouvent en Annexe (5). On a procédé de la sorte pour chaque table créée : Horaires, Villes et Aéroports.

La deuxième partie du traitement des données horaires, nous conduit à créer un certain nombre d'autres tables. On a ainsi créé la table Pays composé de trois variables : le nom du pays, son code 2 lettres et le décalage horaire de celui-ci. Cette table est insérée dans la base car certains horaires recueillis sont en heure locale.

C'est notamment le cas des horaires des Low Cost. On a ensuite rajouté ces informations dans les tables Villes et Aéroports.

Pour inclure une colonne supplémentaire dans une table, on utilise l'instruction suivante :

```
Alter table structure (clic sur Field Name pour donner un  
nom à la table) -> Nom = Pays (clic sur Alter Table)
```

On a alors plusieurs possibilités pour remplir ces nouvelles colonnes, soit on dispose de données existantes sous un autre format et on utilise la commande : **Load Data Infile** `Villeshoraires.txt` (choix du fichier .txt).

Soit on remplit directement les lignes de la colonne à l'aide des instructions suivantes :

```
Update `nom de la table` (action qui localise la table à  
remplir)  
Set (objet/ variable concerné(e) dont on modifie la valeur)  
Where (Condition pour remplir la table)
```

Ainsi, dans la table Itinéraires on crée deux variables (deux colonnes) : VilleOriGMT et VilleDesGMT que l'on doit remplir à partir des valeurs d'une autre table (Villes). L'objectif est que ces variables renvoient une heure GMT. On doit alors pour remplir chacune de ces colonnes dans Itinéraires se référer à la table Villes où 1 code (de ville) = 1 GMT. L'instruction pour remplir VilleOriGMT est alors la suivante :

```
Update `amadeus`. `Itinerares` iti, `amadeus`. `Villes` vil  
Set iti.VilleOriGMT = vil.GMT  
Where iti. VilleOri = vil. Code ;
```

La même instruction est envoyée pour VilleDesGMT. Enfin, pour vérifier les informations introduites dans colonnes, on utilise les instructions suivantes :

```
Select * from `amadeus`. `Itinerares` (Nom de la table)  
Where VilleOriGMT = "1" (condition) ;
```

Une fois qu'on a procédé à l'ensemble des traitements qui permettent l'exploitation, on se lance dans la construction des tables qui vont constituer à terme les fichiers Nœuds et Arcs dans MapNod. On se base donc sur des tables existantes pour construire deux nouvelles tables : Nœuds et Vols (la table Vols étant la première étape de la construction du fichier Arcs).

Dans la première de ces tables, Nœuds, on va intégrer les informations nécessaires à la construction du graphe dans MapNod. On se base ainsi sur l'aéroport, donc le

CodeAero qui correspond à l'identification de l'infrastructure et non plus la ville car certaines villes possèdent plusieurs infrastructures (aéroports et / ou gares).

Cette première table contient aussi un code identifiant MapNod (CodeMAPNOD) et des coordonnées X_Map et Y_Map qui correspondent à une conversion des coordonnées géographiques X_Coord et Y_Coord qui proviennent de la base Gisco utilisée dans le cadre du Projet ORATE.

Ces quatre variables : CodeAero, CodeMAPNOD, X_Map et Y_Map sont indispensables dans la réalisation du graphe.

La deuxième table nommée Vols, constitue une première étape de l'élaboration du fichier Arcs. Cette table est composée de variables principales qui sont les suivantes :

- AeroDepVol et AeroArrVol qui sont corrélées aux variables CodeAero, CodeMAPNOD, CodeOriMapNod et CodeDesMapNod,
- HDep et HArr qui sont assimilables à la valeur d'un arc...

Cependant, dans la table Vols, l'information est incomplète car tous les champs permettant la construction d'un fichier arc ne sont pas renseignés. On crée donc deux tables supplémentaires qui permettront de finaliser cette construction des fichiers Nœuds et Arcs. La première nommée Vols_Mode contient en plus de AeroDepVol, AeroArrVol, HDep et HArr, le CodeOriMapNod et le CodeDesMapNod, variables indispensables dans la construction d'un fichier arc. La construction de cette nouvelle table est issue des requêtes suivantes :

```
INSERT INTO `amadeus_mode`.`vols_mode`  
(jour, TR_OP, CodeVol, AeroDepVol, AeroArrVol, HDep, HArr,  
NbEscales, Avion, Resa, ModeTransport, ModeNum, Compagnie)  
SELECT jour, TR_OP, CodeVol, AeroDepVol, AeroArrVol, HDep,  
HArr, NbEscales, Avion, Resa, ModeTransport, ModeNum, Compagnie  
FROM `amadeus`.`horaires_traites`;
```

```
INSERT INTO `amadeus_mode`.`vols_27ssdbl_mode`  
(jour, AeroDepVol, AeroArrVol, HDep, HArr, NbEscales, Avion,  
ModeTransport, ModeNum)  
SELECT DISTINCT jour, AeroDepVol, AeroArrVol, HDep,  
HArr, NbEscales, Avion, ModeTransport, ModeNum  
FROM `amadeus_mode`.`vols_mode`  
WHERE Jour=27;
```

```
UPDATE `amadeus_mode`.`vols_27ssdbl_mode` vol, `amadeus`.`villes`  
vil  
SET vol.CodeOriMapNod=vil.CodeMAPNOD  
WHERE vol.AeroDepVol=vil.Code AND vil.Code IS NOT NULL;
```



```

UPDATE `amadeus_mode`.`vols_27ssdbl_mode` vol, `amadeus`.`villes`
vil
SET vol.CodeDesMapNod=vil.CodeMAPNOD
WHERE vol.AeroArrVol=vil.Code AND vil.Code IS NOT NULL;

```

La deuxième table que l'on crée, est nommée Vols_27ssdbl_Mode soit les vols du 27 mars sans doublons c'est-à-dire en supprimant la redondance de l'information. De plus la table contient les rectifications des GMT. C'est donc avec cette dernière table que l'on passe à la création du fichier Arcs avant exploitation dans MapNod. La procédure qui conduit à cette finalité est la suivante :

```

UPDATE amadeus_mode.vols_27ssdbl_mode
SET hdepfr=hdep - sec_to_time(origmt*3600) + sec_to_time(3600);

UPDATE amadeus_mode.vols_27ssdbl_mode
SET harrfr=harr - sec_to_time(desgmt*3600) + sec_to_time(3600);

Update amadeus_mode.vols_27ssdbl_mode
SET HdepFR=hdepgmt;

Update amadeus_mode.vols_27ssdbl_mode
SET HarrFR=harrgmt;

SELECT
    lpad(CodeOriMAPNOD, 10, "0"), lpad(CodeDesMAPNOD, 10, "0"),
    "0001 0000.000 0000",
    concat(lpad(hour(HDepFR), 2, "00"), lpad(minute(HDepFR), 2,
"00")),
    concat(lpad(hour(HArrFR), 2, "00"), lpad(minute(HArrFR), 2,
"00")), "0000000 000000", AeroDepVol, AeroArrVol, CodeVol
    INTO OUTFILE "AAmadeus AIR.dat"
    FIELDS TERMINATED BY ' ' ESCAPED BY ''
    LINES TERMINATED BY '\r'
    FROM `amadeus_mode`.`vols_27ssdbl_mode`
    WHERE ModeTransport="AIR" AND
        CodeOriMAPNOD<>0 AND
        CodeDesMAPNOD<>0;

```

On applique le même raisonnement pour la construction du fichier Nœud, soit :

```

Update amadeus.noeuds
SET Nom=mid(nom,1,length(nom)-1);

SELECT
    rpad(nom, 50, " "), id, lpad("0", 8, "0"),
    round(X_Map,3), round(Y_Map,3),
    INTO OUTFILE "NAmadeus.dat"
    FIELDS TERMINATED BY ' ' ESCAPED BY ''
    LINES TERMINATED BY '\r'
    FROM `amadeus`.`noeuds`
    WHERE CodeDesMAPNOD<>0;

```

Au terme de la construction du fichier nœud (NAmadeus.dat) et des fichiers arcs (AAmadeus AIR.dat et AAmadeus AIR_TGV.dat, ce dernier contenant les horaires ferroviaires du Guide Thomas Cook, dont la procédure de recueil a été décrite ci-

dessus), on est maintenant en mesure de procéder à l'analyse de l'offre intermodale aéro-ferroviaire à grande vitesse.

Finalement, si notre objectif nous conduit à la mesure du rayonnement externe des métropoles et donc que notre analyse se porte sur les villes, la modélisation dans le graphe se fait à travers la localisation des infrastructures : aéroports et gares. Au total, le fichier nœuds contient 371 nœuds. Quant aux fichiers arcs, le premier (AAmadeus AIR) contenant uniquement les horaires de la base Amadeus compte 18 783 arcs. Le deuxième fichier (AAmadeus AIR_TGV) qui combine les horaires de la base Amadeus et celle de Thomas Cook compte quant à lui 21 132 arcs.

Dans ce point, on a pu mettre en avant la méthode choisie ainsi que les outils. Il apparaît que la recherche horaire, compte tenu de l'échelle de travail et des modes étudiés, reste complexe. La mise en place d'une telle procédure reste chronophage, la construction d'une procédure d'automatisation de recherche horaire simplifiée constitue un enjeu dans l'analyse de l'offre de transport à fonctionnalité temporaire c'est-à-dire à logique horaire.

On a pu constater qu'aucunes des sources utilisées n'étaient en mesure de garantir une offre multimodale complète et fiable à 100%. Le recensement des horaires aériens et une partie des horaires ferroviaires dans Amadeus, a souligné et montré la difficulté à approcher la réalité de l'offre. En effet, pendant le recueil des données, la disparition d'une compagnie, Air Liberté⁶⁶⁰, nous a permis de nous repositionner par rapport à la méthode de recueil des données horaires.

L'effet d'annonce de la cessation d'activité de la compagnie Air Lib en février 2003 a pour première conséquence de nous alerter sur la justesse des informations recueillies pour notre jour de référence, le jeudi 27 mars 2003. Les communications s'enchaînent et après quelques jours de flottement et d'incertitudes, on obtient la confirmation de la réattribution des créneaux horaires de la compagnie.

Durant cette période, le site Amadeus, interrogé par la procédure Automate, n'a pas montré de changements et les horaires sous un numéro de vol Air Lib ont été recueillis, jusqu'à l'annonce des repreneurs des créneaux redistribués à plusieurs compagnies dont Air France, Corsair ou encore Easyjet...

⁶⁶⁰ La liquidation judiciaire de la compagnie aérienne AIR LIB' a été prononcée en février 2003.

L'erreur qui pourrait alors être soulevée se trouve répercutée sur la compagnie effectuant le vol, car le biais se trouve au niveau de la ou des compagnies qui au 27 mars 2003 ont repris les vols d'Air Lib. La réaffectation des créneaux horaires à d'autres compagnies ne biaise donc pas notre travail, puisque le raisonnement est basé sur les horaires.

Avec cet exemple, on illustre alors la difficulté de construire une base horaire qui garantisse la totalité des informations surtout si on s'attarde sur le temps total de construction de cette base. De ces constatations, on arrive alors à confirmer que la méthode est efficace. Toutefois, il semble nécessaire de poursuivre les recherches sur une procédure moins coûteuse en temps, pour pouvoir à terme multiplier le recueil des données.

A cet instant il faut ajouter, et c'est une des principales conclusions du chapitre, que c'est le choix du terrain et le nombre de villes présentes qui imposent en quelque sorte la méthode automatique du recueil des données horaires.

L'établissement de la méthode de recueil et de traitement des données a nécessité un investissement dans les outils informatiques de gestion des données. En synthèse du travail mené dans ce chapitre, quatre outils ont servi à générer cette base : la mise en relation des trois supports (le site Amadeus, le tableur Excel et le logiciel Automate) a permis le recueil des données. My SQL est venu compléter la méthode engagée, pour pouvoir gérer et traiter l'ensemble des données et ainsi permettre la construction des fichiers nœud et arc nécessaires à l'évaluation du système des grandes vitesses.

Chapitre 9 : La performance territoriale des réseaux intermodaux

Introduction

Les points de méthodes traités auparavant nous amènent à disposer des éléments nécessaires pour mesurer la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse l'accessibilité d'une ville. On mobilisera pour cela trois types d'indicateurs : l'analyse des relations, l'accessibilité horaire et les allers – retours dans la journée pour évaluer sous différents aspects complémentaires le système de transport rapide. Nous proposons d'articuler notre démonstration autour des trois hypothèses et de questionner les villes ou les espaces métropolitains retenus comme cas d'étude.

Ainsi, dans un premier temps, l'analyse va s'intéresser à la possibilité de rayonnement métropolitain des « têtes de réseau » qui vont chercher l'ouverture hors de leur espace métropolitain. Dans ce cadre, on choisit de mettre en scène un certain nombre de villes qui ont été retenues comme des « têtes de réseau » dans l'appel à coopération métropolitaine.

Dans un deuxième temps il sera question d'introduire le cas des polarités secondaires de ces espaces et de les confronter aux mêmes mesures d'accessibilité, pour savoir si ces villes disposent d'une ouverture comparable à celle de la tête de réseau des espaces auxquelles ces villes appartiennent.

Enfin, dans un troisième temps, les villes qui n'adhèrent à aucun des espaces métropolitains retenus seront analysées de la même façon. Le questionnement de ces villes aura pour but de déterminer si ces villes peuvent bénéficier d'une ouverture comparable à celle d'une métropole sans être qualifiée comme telle et sans appartenir à un espace métropolitain identifié.

Toutes les villes qui entrent dans l'analyse seront étudiées de la manière suivante : nous interrogerons leur ouverture et leur organisation. Puis, au vu des résultats obtenus nous envisagerons des pistes de développement pour chaque ville, ce qui nous conduira à avancer de nouvelles questions.

1. Intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse et métropole en devenir

Nous partons ici de l'hypothèse qu'une ville peut être une métropole « tête de réseau » d'un espace métropolitain sans disposer des équipements considérés comme des outils de son ouverture. L'analyse vise à démontrer que le rayonnement peut être obtenu par la mobilisation d'un équipement situé hors de l'espace métropolitain de cette ville dans une logique multimodale du système de transport des grandes vitesses.

Ainsi, nous proposons, premièrement, de nous intéresser à l'agglomération lilloise. L'idée centrale est de tester l'hypothèse émise dans l'essai de représentation du système des grandes vitesses selon laquelle, bien qu'on note l'absence d'un aéroport de taille internationale, l'agglomération peut rayonner en utilisant le lien ferroviaire rapide vers l'aéroport de Roissy CDG. Les résultats de Lille seront confrontés à ceux de Lyon, agglomération que l'on pose comme métropole de référence disposant d'un système multimodal de transport rapide.

Dans un deuxième temps, les enseignements tirés du cas lillois seront appliqués à d'autres grandes aires urbaines françaises.

1.1 *Le cas lillois*

L'analyse à mener sur l'agglomération lilloise part de l'interrogation suivante :

Une ville, qui ne possède pas d'aéroport de dimension internationale mais qui dispose d'un accès ferroviaire rapide à un tel équipement, peut-elle être considérée comme éligible au rang de métropole du point de vue de critères d'accessibilité ?

Après l'analyse faite de cet espace métropolitain au chapitre 8, nous avons explicité la méthode que nous allons adopter pour répondre à cette question. Les indicateurs mobilisés amènent, premièrement, à procéder à une analyse des relations proposées au départ de Lille. Cette première méthode prolonge la perspective ouverte par Philippe Menerault et Vaclav Stransky d'une part avec une automatisation des calculs constituant notre point de départ et, d'autre part, avec des développements à l'échelle européenne permettant de représenter l'intermodalité dans une logique de services.

Dans un deuxième temps, nous mobilisons l'indicateur d'accessibilité horaire que nous déclinons en une série de mesures qui vont nous servir à évaluer l'accessibilité multimodale lilloise.

L'application de l'indicateur des allers – retours dans la journée constitue le troisième temps de l'analyse. Ce dernier indicateur s'intègre dans le cadre des échanges entre métropoles, considérés comme une réponse aux besoins de déplacements rapides et efficaces des personnes s'inscrivant dans le processus métropolitain.

Tout au long de l'analyse de l'agglomération lilloise, nous proposons d'introduire le cas lyonnais et d'effectuer des comparaisons avec Lille.

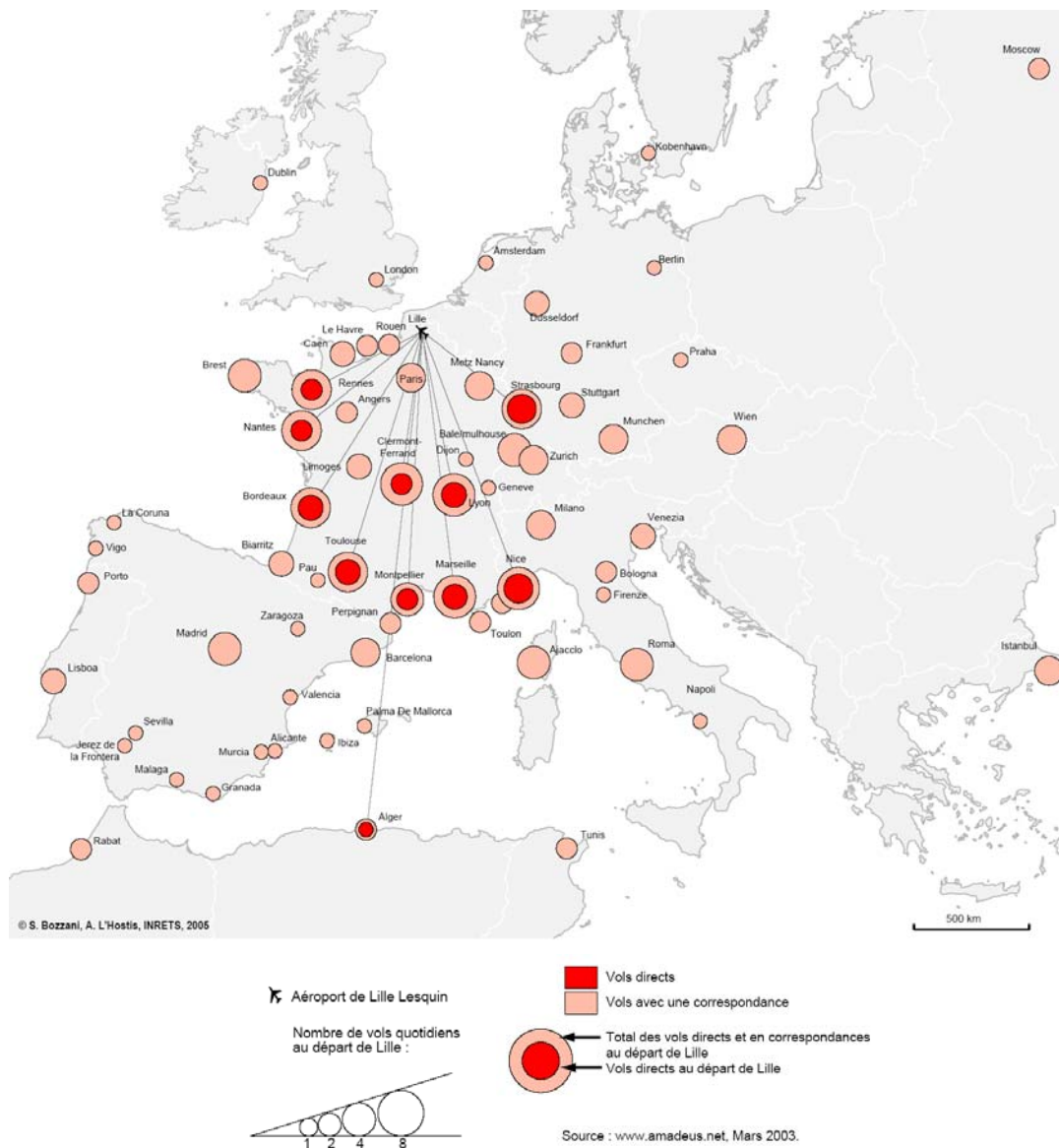
1.1.1 De nouvelles relations accessibles au départ de Lille

En application des choix méthodologiques exposés précédemment, la série de cartes suivantes vise à décrire, d'une part, l'offre aérienne au départ de Lille (vision monomodale) et, d'autre part, l'apport de l'offre aérienne de Roissy CDG pour un départ de Lille en TGV (vision intermodale).

La réalisation d'une première carte permet de montrer l'offre aérienne au départ de Lille. Cette carte fait apparaître la distinction entre les vols directs (en rouge sur la carte) et les vols avec correspondance.

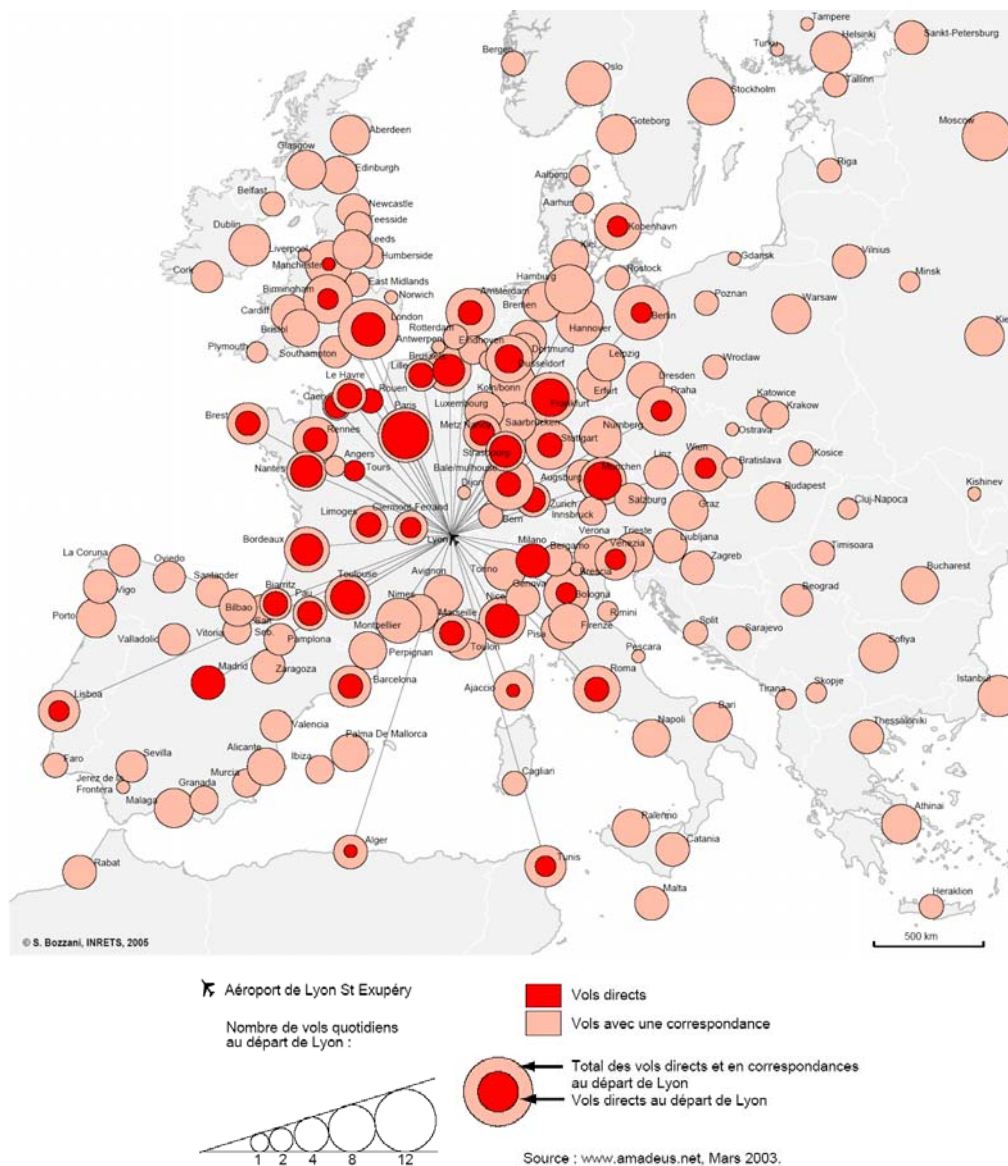
La vision proposée nous permet de constater une faible proportion de vols directs par rapport au nombre de vols que l'on peut effectuer par correspondance.

Dans la méthode de conception de cette carte, on n'a retenu que les trajets dont le temps de parcours est inférieur à 6h00 et le nombre des correspondances est limité à 2. L'image renvoyée de l'offre aérienne lilloise, montre que sur les 66 destinations recensées, seulement 11 se font par vol direct avec la présence d'un unique vol au-delà des frontières nationales, celui à destination d'Alger. Plus de 40 destinations ne sont accessibles qu'avec une correspondance et sur ces 40 destinations, une quinzaine ne sont accessibles que parce que l'on considère 2 correspondances : ces destinations concernent l'Espagne, Rabat et Tunis. Globalement, le Nord et l'Est de l'Europe sont peu accessibles en tenant compte de l'indicateur. L'offre aérienne lilloise montre ainsi une réelle difficulté dans l'ouverture européenne.



Carte 26: Offre aérienne au départ de Lille Lesquin, en mars 2003

En se basant sur les mêmes règles de construction que pour le cas lillois la carte suivante propose d'introduire l'offre aérienne au départ de Lyon.



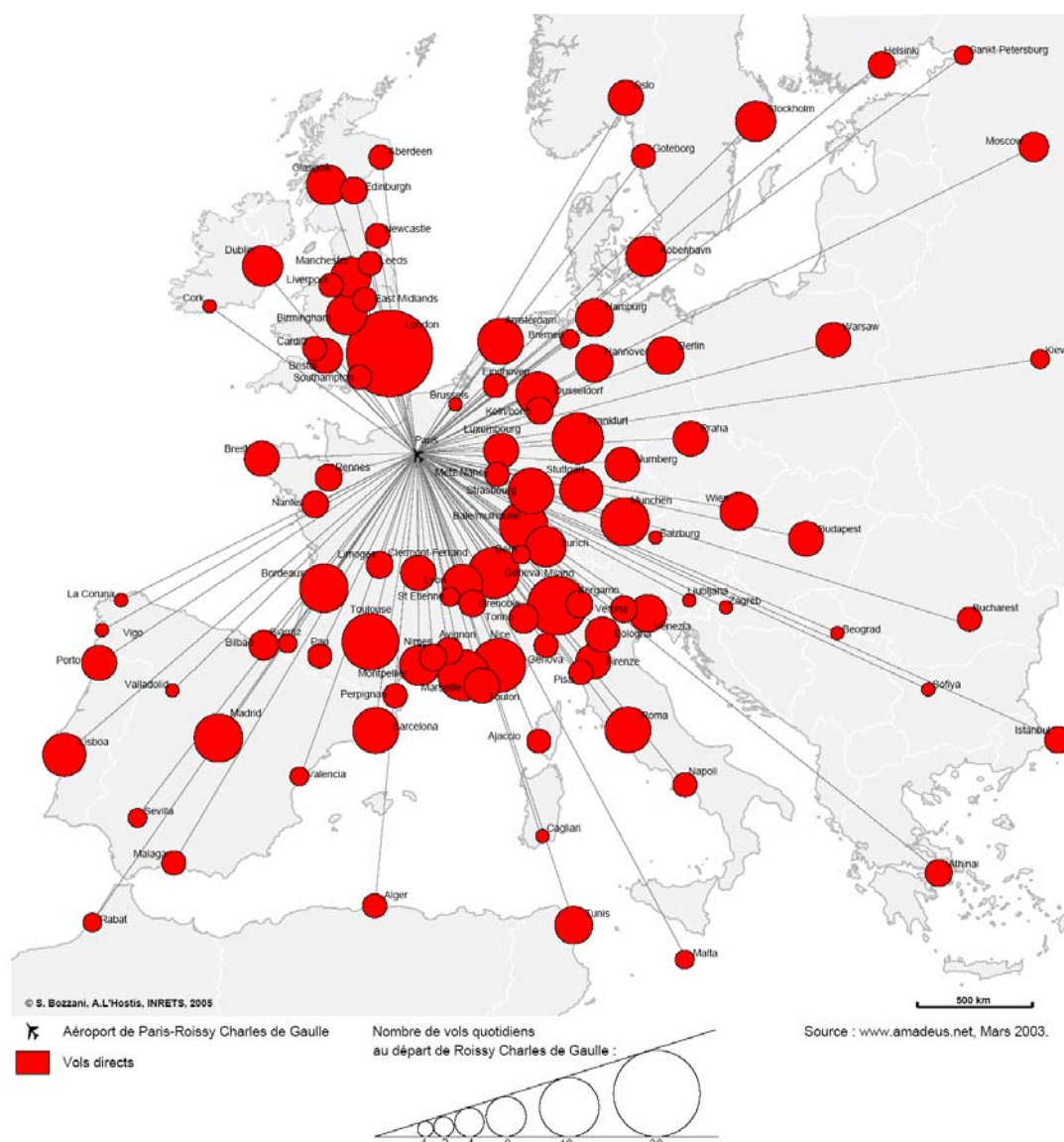
Carte 27 : Offre aérienne au départ de Lyon Saint-Exupéry

Lille et Lyon, comparables au niveau de leur taille comme au niveau de la représentation des fonctions métropolitaines, montrent en termes d'accessibilité aérienne des résultats très contrastés. Contrairement à l'agglomération lilloise, Lyon, grâce à son aéroport exerçant le rôle de hub secondaire, avec plus de 5 millions de passagers par an, montre une réelle ouverture métropolitaine.

Ainsi, au départ de Lyon Saint-Exupéry on accède à 45 villes par vol direct. L'offre lyonnaise est alors démultipliée par les correspondances effectuées dans les hubs majeurs européens comme Roissy CDG, Londres, Madrid, Francfort, Munich...

Si on revient au cas lillois traité dans une logique monomodale ne peut-on pas alors considérer que c'est l'absence de relation aérienne vers un ou plusieurs hubs majeurs qui explique ce faible rayonnement ?

Dans ce contexte l'analyse, cette fois, intermodale, en propose de considérer l'apport de l'offre aérienne de Roissy CDG au départ de Lille en TGV. Au préalable, l'analyse de l'offre aérienne directe au départ de Roissy CDG est réalisée.

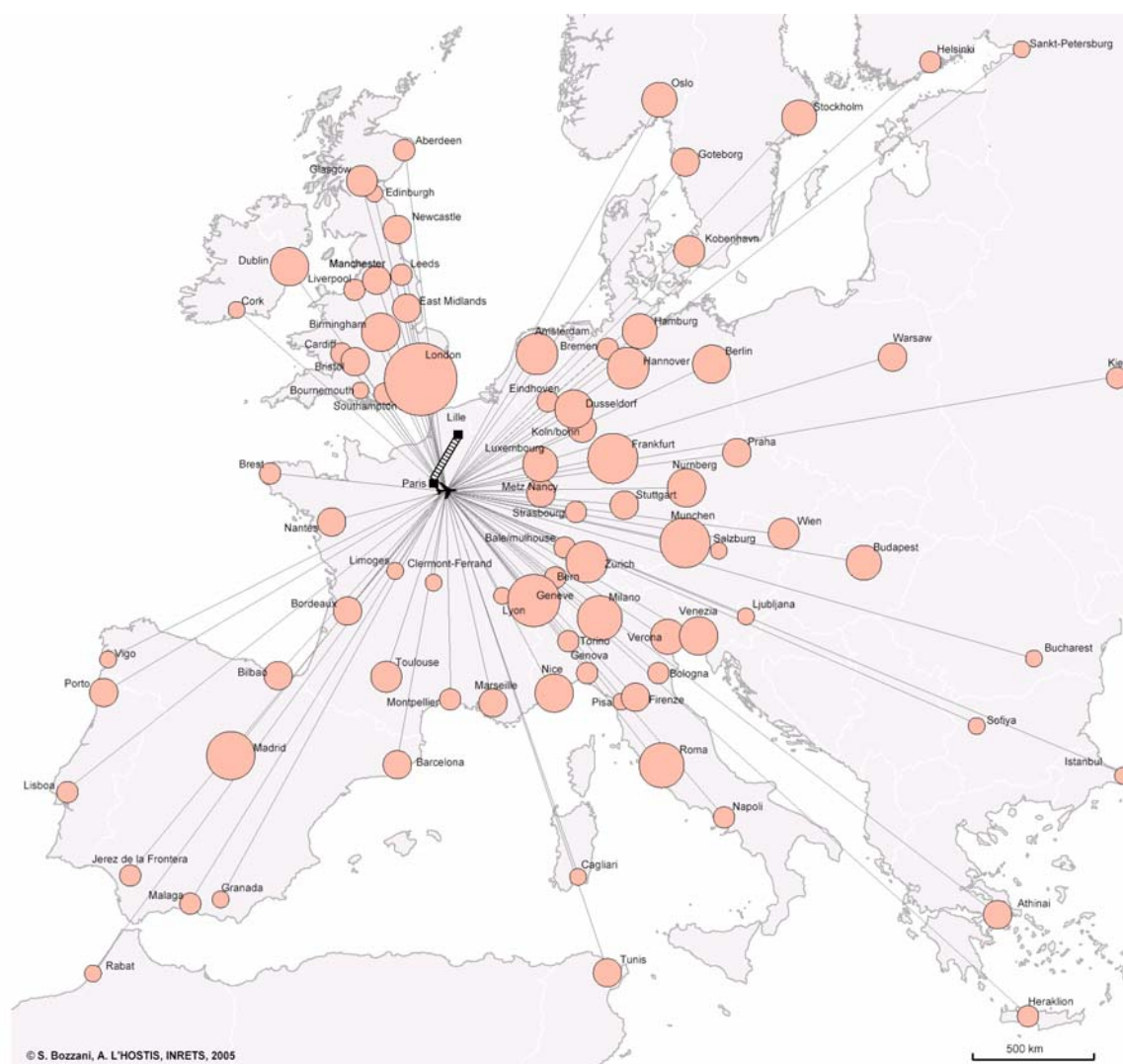


Carte 28 : Offre aérienne directe au départ de l'aéroport de Roissy CDG




Roissy propose un accès direct vers les principales métropoles européennes et au-delà vers Rabat, Alger, Tunis ou Istanbul. Au total plus de 79 destinations où Londres, Amsterdam, Francfort, Munich, Madrid, Genève, Milan, Rome ou encore Barcelone font partie des villes les mieux desservies en nombre de vols quotidiens.

Sur un total de 102 destinations au départ de Roissy CDG, seulement 23 sont nationales car l'essentiel des relations Paris – Province est assuré par le deuxième aéroport parisien, Orly.

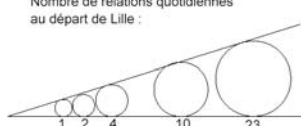
Pour construire une représentation de l'apport de l'offre aérienne au départ de Lille en TGV, les relations TGV entre Lille et Roissy CDG sont analysées. Au nombre de 24, ces relations sont réparties sur la journée entre 5h59 et 20h07 au départ des deux gares lilloise : Lille Flandres et Lille Europe. Sur ces 24 relations, nous ne gardons que les TGV directs dont le temps de trajet inférieur ou égal à 1h00, ce qui en ramène le nombre à 16 TGV sur les 24.




Système intermodal air-fer :

-  Aéroport de Roissy CDG
-  Gares de Lille et de Roissy CDG
-  Ligne ferroviaire à grande vitesse

Nombre de relations quotidiennes
au départ de Lille :



 Offre intermodale

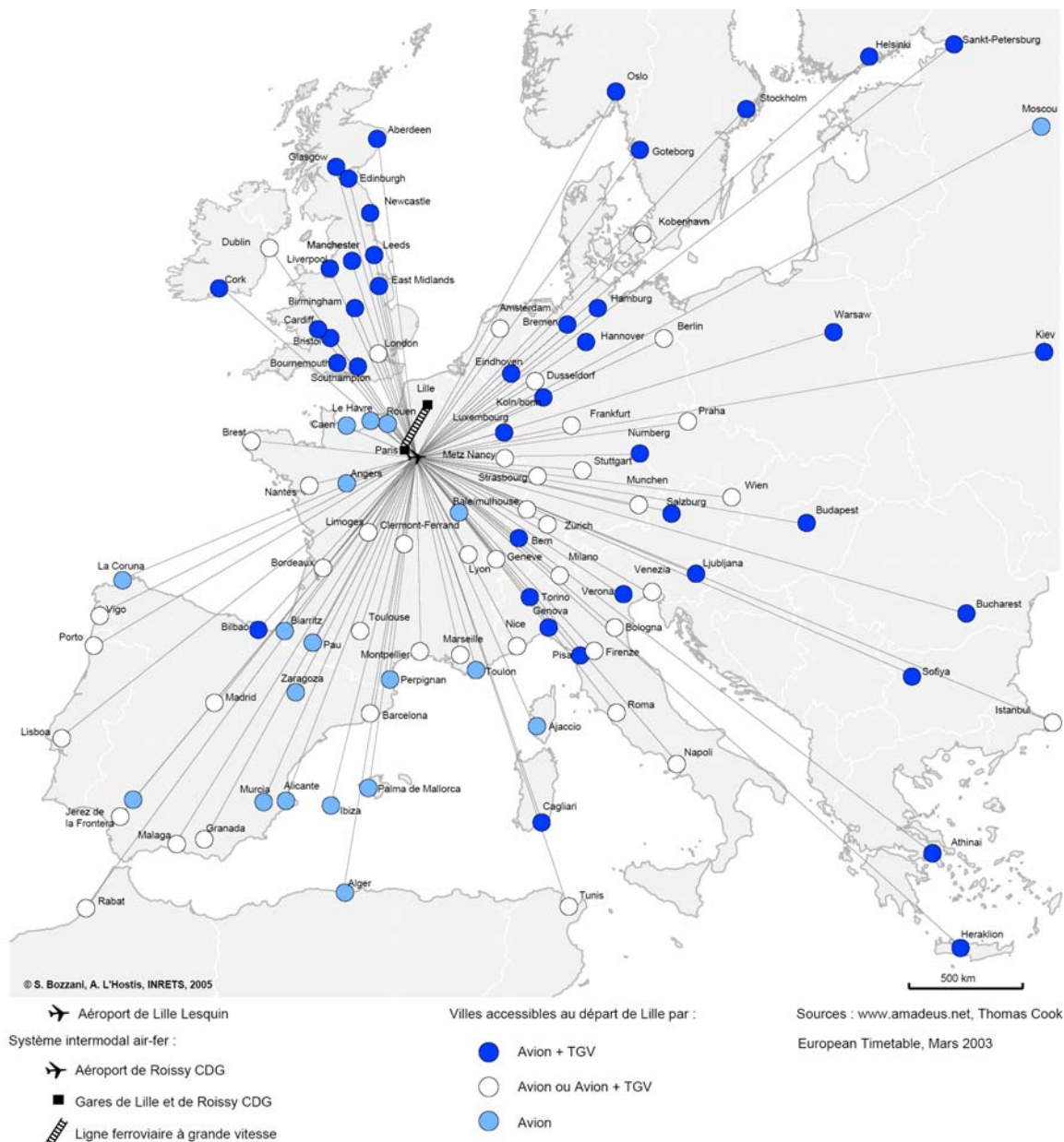
Sources : www.amadeus.net, Thomas Cook European Timetable, Mars 2003

Carte 29 : L'apport de l'offre aérienne de Roissy CDG au départ de Lille en TGV

La carte 29, met alors clairement en évidence le rôle complémentaire de l'aéroport parisien à l'accessibilité de l'agglomération lilloise, notamment si cette carte est mise en relation avec celle de l'offre aérienne lilloise seule qui laissait un « vide » dans le

nord et l'est de l'Europe. Pourtant, on doit souligner que même dans une configuration intermodale, Lille n'est pas en mesure de capter toute l'offre au départ de Paris. On peut alors émettre l'hypothèse que la structure des services TGV ne permet pas d'accéder à toute cette offre. L'accès à l'ensemble de l'offre aérienne au départ de Roissy CDG suppose une modification de la desserte lilloise en réorganisant les horaires TGV. Car si l'analyse se place à un niveau plus fin du service TGV proposé entre Lille et Roissy, elle montre que les liaisons performantes sont en grande partie effectuées en soirée, sur la tranche 17h00 – 20h00, l'offre étant peu performante pour les correspondances du matin. Cette hypothèse sera traitée plus tard, dans le cadre d'une approche prospective.

Enfin, on propose de synthétiser l'information contenue dans les cartes précédentes pour mettre en avant les villes accessibles en avion depuis Lille Lesquin, les villes accessibles par combinaisons de l'avion et du TGV au départ de Lille Flandres ou de Lille Europe et enfin, les villes accessibles conjointement par avion et par la combinaison du TGV et de l'avion.



Carte 30 : Synthèse cartographique de l'analyse des relations

Cette carte de synthèse des destinations accessibles au départ de Lille permet d'affirmer le fait que si Roissy CDG donne une envergure européenne au rayonnement lillois (41 destinations), l'aéroport de Lille Lesquin conserve sa pertinence vers les dessertes nationales et vers l'Espagne (19 destinations). Ainsi, la logique monomodale et la logique intermodale ne se substituent pas totalement l'une à l'autre. En conséquence, chaque configuration renvoie à un espace de pertinence et de fait, les deux plates-formes aéroportuaires sont complémentaires.

L'articulation intermodale permet d'atteindre un grand nombre de villes nouvelles, mais les conditions d'accès, la performance spatio-temporelle des trajets est-elle de même qualité que ce que permet le mode aérien seul ? Pour tester ceci, nous

mettons en œuvre des mesures d'accessibilité horaire. On cherchera alors à savoir si en incluant la mesure de la performance temporelle, on dégrade ou non l'accessibilité lilloise par rapport à une mesure qui se base sur le comptage du nombre de relations réalisables dans la journée. Aussi, avec l'introduction de l'indicateur d'accessibilité horaire, une série de mesures de l'accessibilité multimodale lilloise sera réalisée dans un premier temps, pour dans un deuxième temps simuler une modification de l'offre de transport en introduisant un nouvel horaire de TGV.

1.1.2 Une meilleure performance temporelle des chaînes intermodales au départ de Lille

La mise en œuvre de l'évaluation spatio-temporelle de la chaîne multimodale de transport traitée dans les chapitres 7 et 8, introduit, premièrement, le choix d'une méthode, celle de la modélisation des réseaux dans un graphe représentatif des chaînes de transport. De plus, l'accessibilité horaire repose sur une description de l'intégralité des horaires d'une journée de référence : le jeudi 27 mars 2003.

L'introduction de cet indicateur vise à mesurer l'accessibilité multimodale lilloise par le calcul des chemins minimaux horaires à partir d'une heure de départ ou bien encore d'une heure de retour, cette dernière mesure s'inscrivant dans le prolongement de l'analyse vers les Allers – Retours dans la journée.

Les chaînes de transport retenues dans cette analyse sont les suivantes :

- Les TGV au départ de Lille Flandres et de Lille Europe à destination de la France et les trains à grande vitesse vers la Grande Bretagne et la Belgique.
- Les vols au départ de Lille Lesquin vers l'ensemble des villes retenues.
- Les trajets qui combinent les TGV au départ de Lille et les vols au départ de Roissy CDG.

Comparée à l'analyse des relations, l'accessibilité horaire ne tient pas compte du nombre de correspondances, puisque l'indicateur recherche le chemin minimal d'un nœud vers un autre. Les chaînes de transport que nous proposons d'évaluer en déclinant l'indicateur d'accessibilité horaire s'inscrivent dans un contexte particulier, celui des échanges entre métropoles ; ils répondent à des besoins de déplacements

rapides et efficaces des personnes s'inscrivant dans un processus métropolitain. Ainsi, on analyse l'accessibilité multimodale de deux façons :

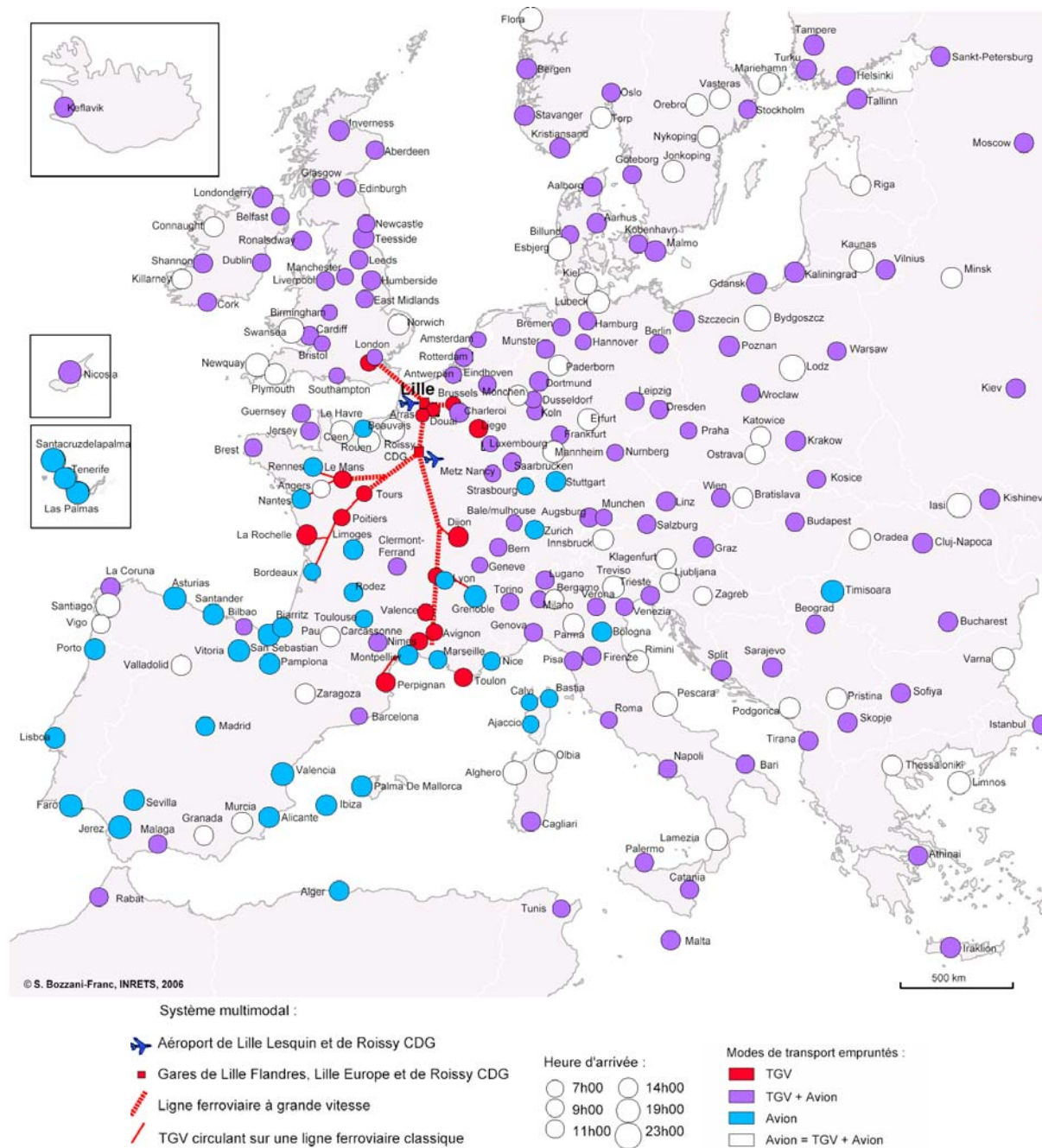
Des premiers départs : on cherche le 1^{er} départ en TGV et en avion, ensuite, le calcul des chemins minimaux est lancé ; puis une limite de l'heure de l'arrivée est appliquée. Cette première mesure s'inscrit dans l'idée que c'est l'usager qui s'adapte à la structure de l'offre.

Pour un départ à 7h00 : la contrainte est ici liée au choix de l'usager dans le contexte d'une heure de départ qui ne soit pas trop matinale. Le calcul est lancé sur les trajets pour un départ à 7h00 vers l'ensemble des agglomérations retenues puis une limite pour l'heure d'arrivée, est fixée à 14h00. Cette mesure correspond à une contrainte fixée par l'usager de confort ou de choix personnel ; on mesure alors si l'offre de transport est adaptée à une telle contrainte.

Dans ces mesures, contrairement à l'analyse des relations, aucune conditions d'association ou de non association des vols ni d'ailleurs dans le temps de parcours n'est fixées, c'est la performance temporelle des chaînes qui est prise en compte. La seule condition retenue est un temps de connexion de 45 minutes avant chaque départ de vol. Enfin, dans cette analyse par rapport à la première s'ajoute la chaîne monomodale du TGV.

Ainsi, la première carte d'accessibilité réalisée propose de considérer les premiers départs de Lille. On observe tout d'abord que sans limite de temps de déplacement toutes les villes peuvent être atteintes au départ de Lille.

Premièrement, les résultats permettent d'abord d'exprimer la performance de la chaîne monomodale ferroviaire. En effet, face à l'avion, le TGV dessert, à quelques exceptions près toutes les villes situées sur le réseau LGV : Tours, Le Mans, Arras, Douai, Bruxelles, Valence, Avignon ou encore Nîmes, mais aussi des villes qui sont en prolongement des LGV sur lignes classiques : Dijon, La Rochelle, Poitiers, Perpignan, Toulon ou encore Liège.



Carte 31 : Accessibilité multimodale lilloise des premiers départs*

(*Heure de départ du 1er TGV 5h59, Heure de départ du 1er avion 6h30)

La modélisation permet ensuite de comparer des chaînes d'accessibilité entre des sites identifiés. En se basant sur les premiers départs de Lille (aérien, ferroviaire ou combiné) Lyon et Londres apparaissent comme des exemples intéressants.

	Londres	Lyon
TGV	9h50	9h00
Avion	11h15	8h00
TGV + Avion	9h15	11h30

Tableau 16 : Heures d'arrivée à Londres et Lyon extrait de la mesure des premiers départs de Lille

Commençons par le cas de Lyon ; bien qu'il y ait une heure de différence entre les deux, on fait figurer la chaîne de TGV directe, arrivée 9h00 et celle de l'avion, arrivée 8h00. Une arrivée à l'aéroport à 8h00, suivie d'un déplacement qui doit s'effectuer dans le centre de Lyon peut nécessiter un temps de post-acheminement long puisque l'aéroport se trouve à 25 km du centre de l'agglomération. Cette hypothèse peut aussi être émise si on se réfère à ce que Jean Ollivro souligne dans son ouvrage⁶⁶¹ dans le croisement des temps longs et des temps courts. Il s'agit ici de pénaliser cet élément de lenteur dans la chaîne de transport que constitue le trajet terminal urbain. Les deux chaînes peuvent avoir l'une et l'autre leur pertinence selon les caractéristiques du déplacement auxquelles elles renvoient.

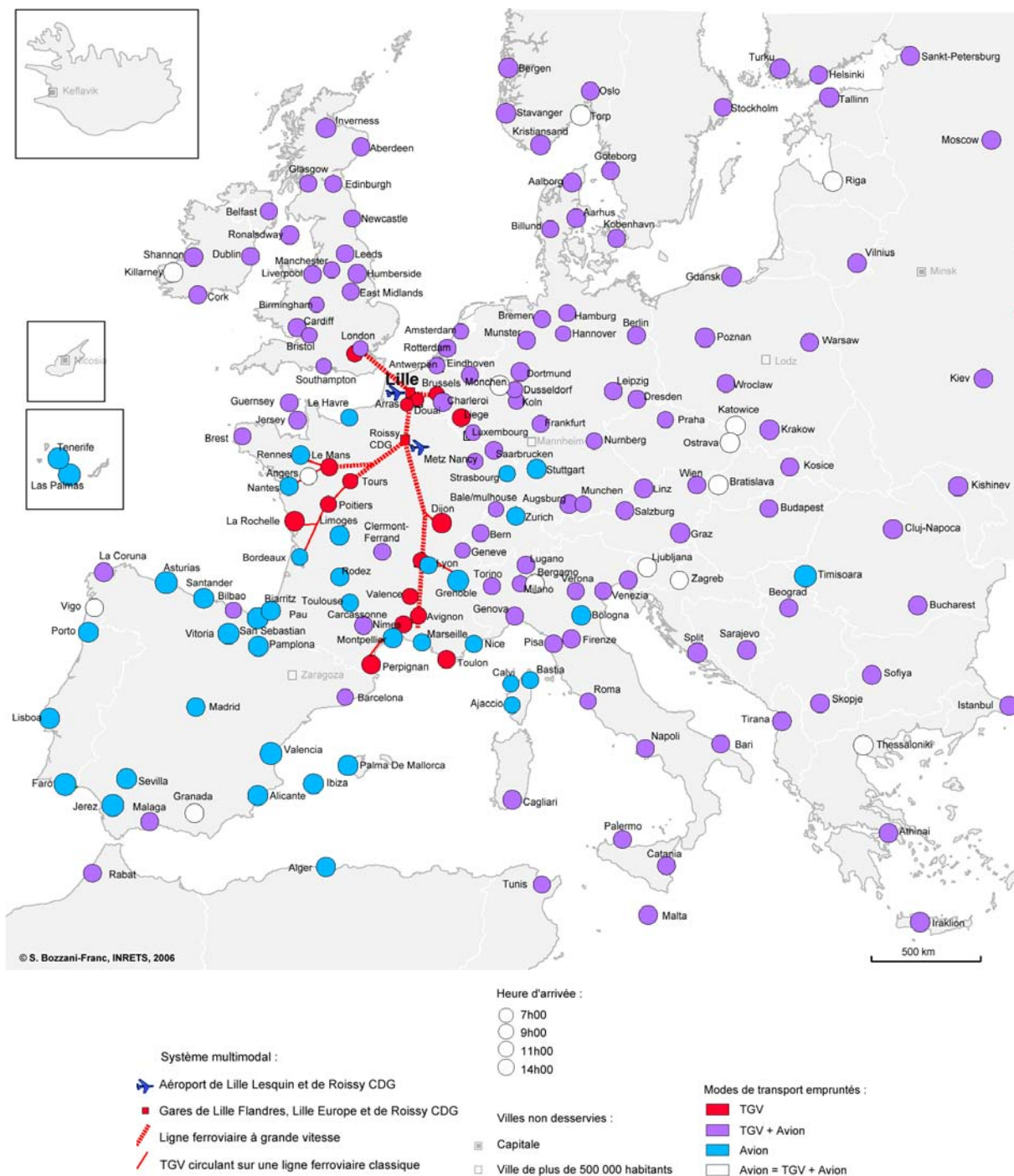
Pour Londres, la différence entre les heures d'arrivée est beaucoup moins significative. L'Eurostar permet une arrivée à 9h50, tandis que l'articulation donne une arrivée à 9h15 à Londres Heathrow. L'aéroport situé à 24 km de Londres renvoie alors à la même remarque que pour Lyon, même si la desserte locale de l'aéroport est beaucoup plus développée à Londres et se fait dans un temps minimum de 15 minutes avec le Heathrow Express.

La performance de l'aérien s'explique par le fait qu'en réglant l'indicateur sur les premiers départs, l'offre aérienne matinale est captée, notamment celle qui est directe vers des villes comme Lyon, Bordeaux, Nice, Marseille, Strasbourg, Toulouse, Montpellier, Nantes, Rennes ou encore Alger. Ceci renvoie à la carte de l'analyse des relations où nous avons pu montrer par exemple que Madrid permettait ensuite l'accès aux villes espagnoles, mais aussi portugaises.

Enfin, sur cette carte on observe le rôle essentiel de l'articulation TGV + Aérien, qui apparaît la plus performante, si on considère le nombre total de villes accessibles.

Ensuite, pour rester dans le cadre de la performance temporelle et dans l'idée d'exclure les déplacements d'une durée trop longue, un seuil dans l'heure d'arrivée, est introduit. Ce seuil est fixé à 14h00, ce qui correspond à consacrer au maximum une demi-journée au déplacement.

⁶⁶¹ Ollivro, J. (2000). *L'Homme à toutes vitesses : de la lenteur homogène à la rapidité différenciée*. Rennes, Les PUR (Presses Universitaires de Rennes).

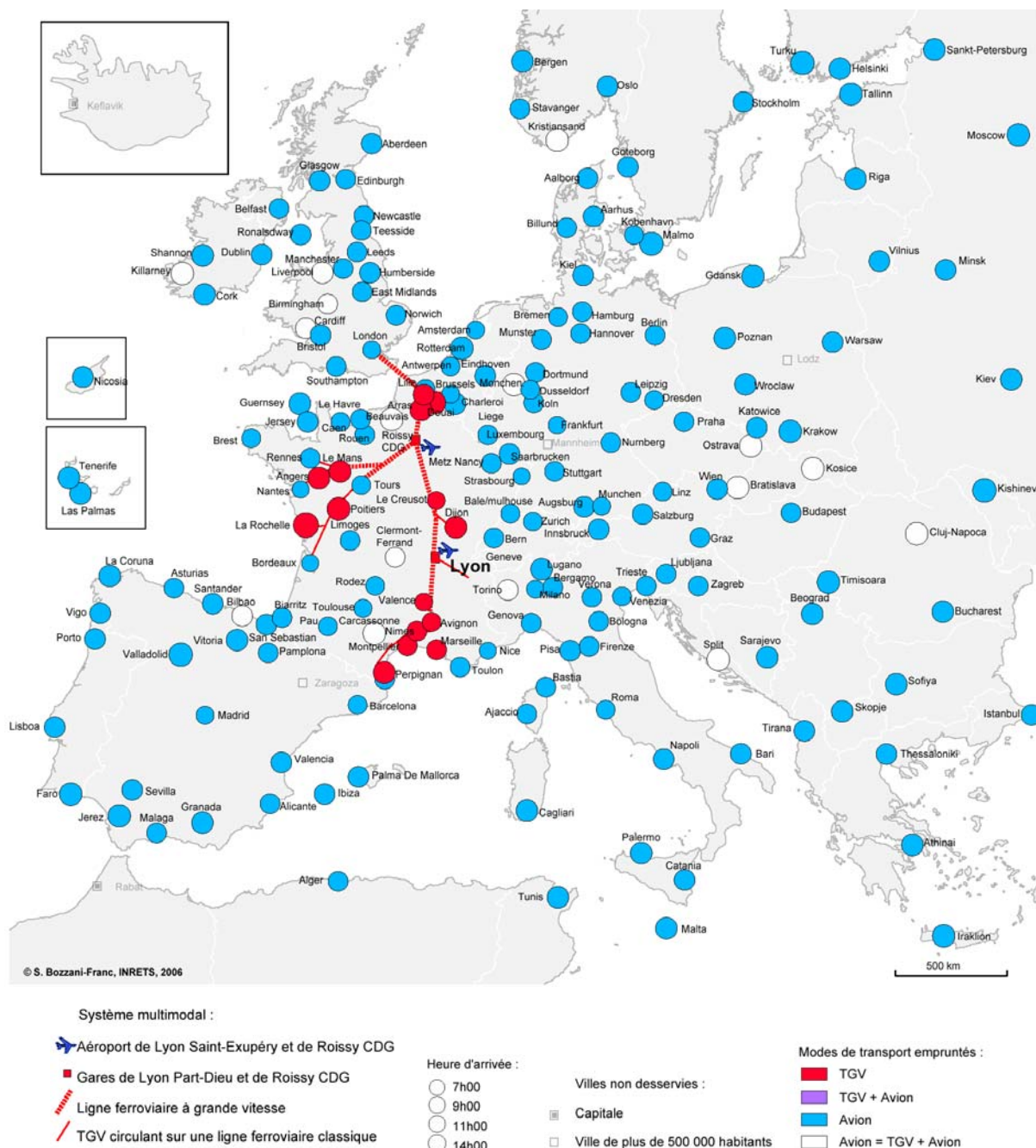


Carte 32 : Accessibilité multimodale lilloise des premiers départs, avec limite de l'heure d'arrivée à 14h00*
 (*Heure de départ du 1er TGV 5h59, Heure de départ du 1er avion 6h30)

L'introduction de cette limite temporelle montre peu de changements ce qui confirme la performance de la desserte.

A titre comparatif, et comme dans l'analyse des relations, nous procédons avec le cas de Lyon comme avec celui de Lille en effectuant les mêmes mesures et en produisant le même type de représentations. Nous observons alors des résultats nettement différents : si pour la chaîne monomodale du ferroviaire il n'y a que peu de

différence dans les villes accessibles par TGV direct, l'écart avec le cas lillois est net, au niveau de la chaîne monomodale aérienne.



Carte 33 : Accessibilité multimodale Lyonnaise des premiers départs, avec limite de l'heure d'arrivée à 14h00*

(*Heure de départ du 1er TGV 6h20, Heure de départ du 1er avion 6h25)

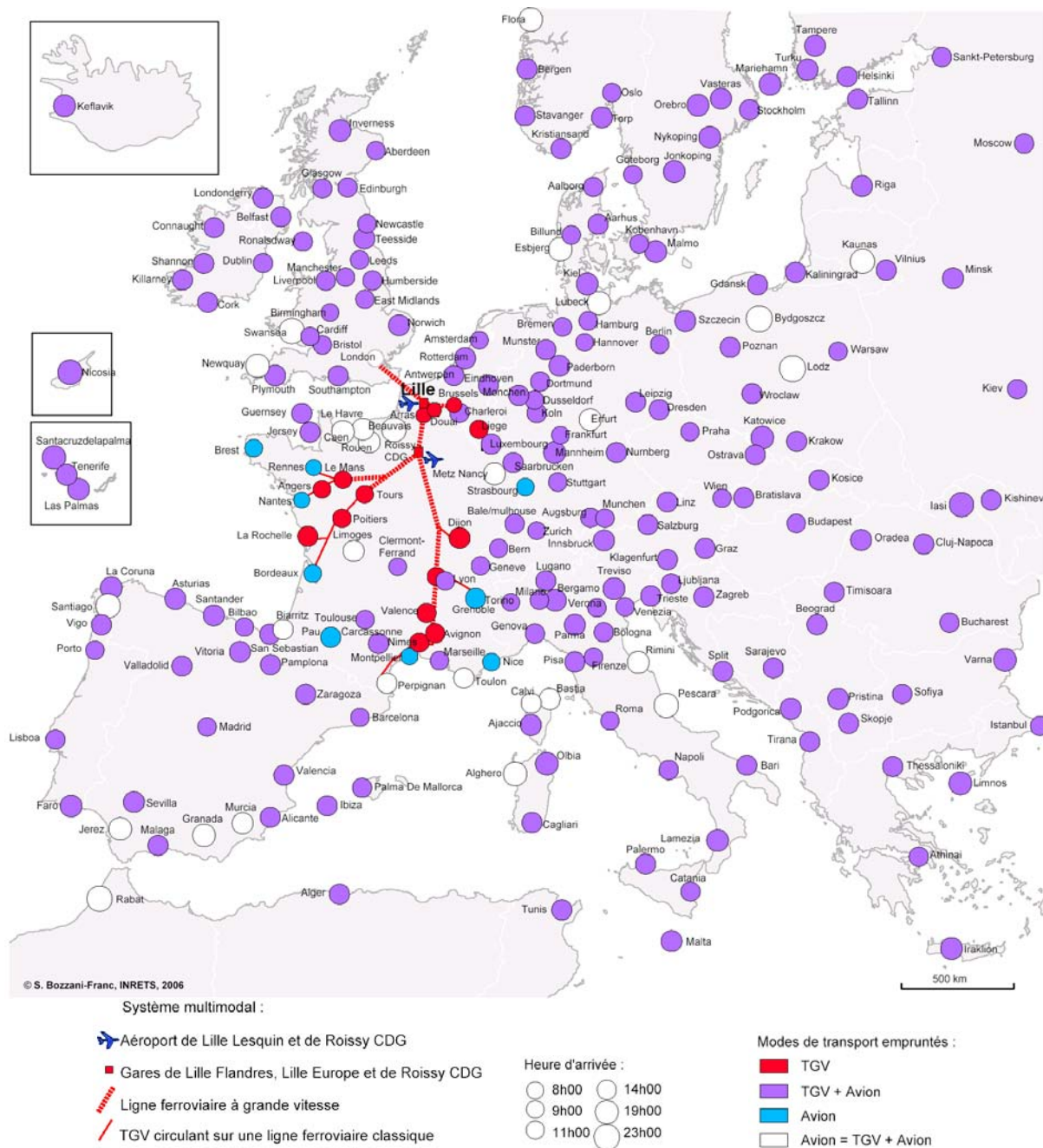
En effet, la quasi-totalité des villes européennes sont atteignables en avion dans des temps de trajet relativement performants car, comme on le constate avec l'insertion de la limite touchant à l'heure d'arrivée très peu de villes disparaissent de la carte.

Là encore, le parallèle doit être fait avec les résultats obtenus dans l'analyse des relations. L'accès par vol direct à 45 villes ainsi qu'aux principaux hubs européens permet de démultiplier par les correspondances le nombre de villes atteignables.

Dans le cas de Lille, avec les mesures effectuées sur les premiers départs, la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse est très importante et contribue à infirmer l'idée qu'une ville sans aéroport international se trouve handicapée pour développer son rayonnement.

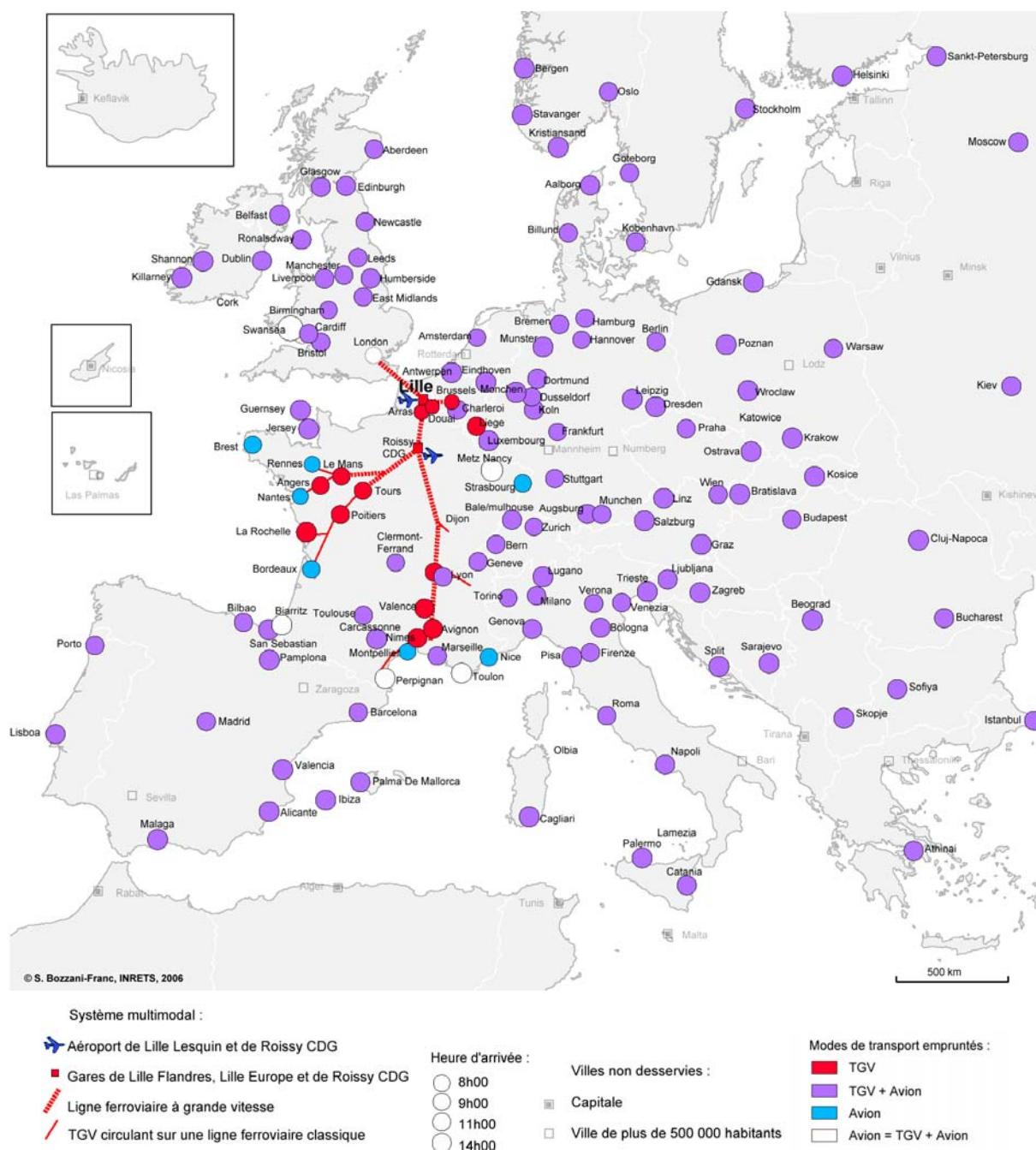
Pour compléter ce travail sur les performances temporelles, nous proposons d'envisager une deuxième mesure matinale, cette fois pour un départ à 7h00, qui est plus sensible à des contraintes pouvant être émises par l'utilisateur. Dans la même logique, on propose deux cartes pour un départ de Lille à 7h00.

On voit alors nettement diminuer l'influence du mode aérien seul au profit de l'articulation des modes. En effet, un départ de 7h00 de Lille conduit à laisser partir les premiers vols directs, puisque la recherche des chemins minimaux de Lille à toutes les autres villes se fait à partir de 7h45 au départ de Lille Lesquin. L'offre aérienne entre 6h30 (le premier départ en avion) et 7h45 n'est donc pas considérée.



Carte 34 : Accessibilité multimodale lilloise pour un départ de Lille à 7h00

Les résultats obtenus montrent que l'aérien seul ne concerne plus que 9 destinations exclusivement nationales : Brest, Rennes, Nantes, Strasbourg, Bordeaux, Grenoble, Nice, Montpellier et Pau.

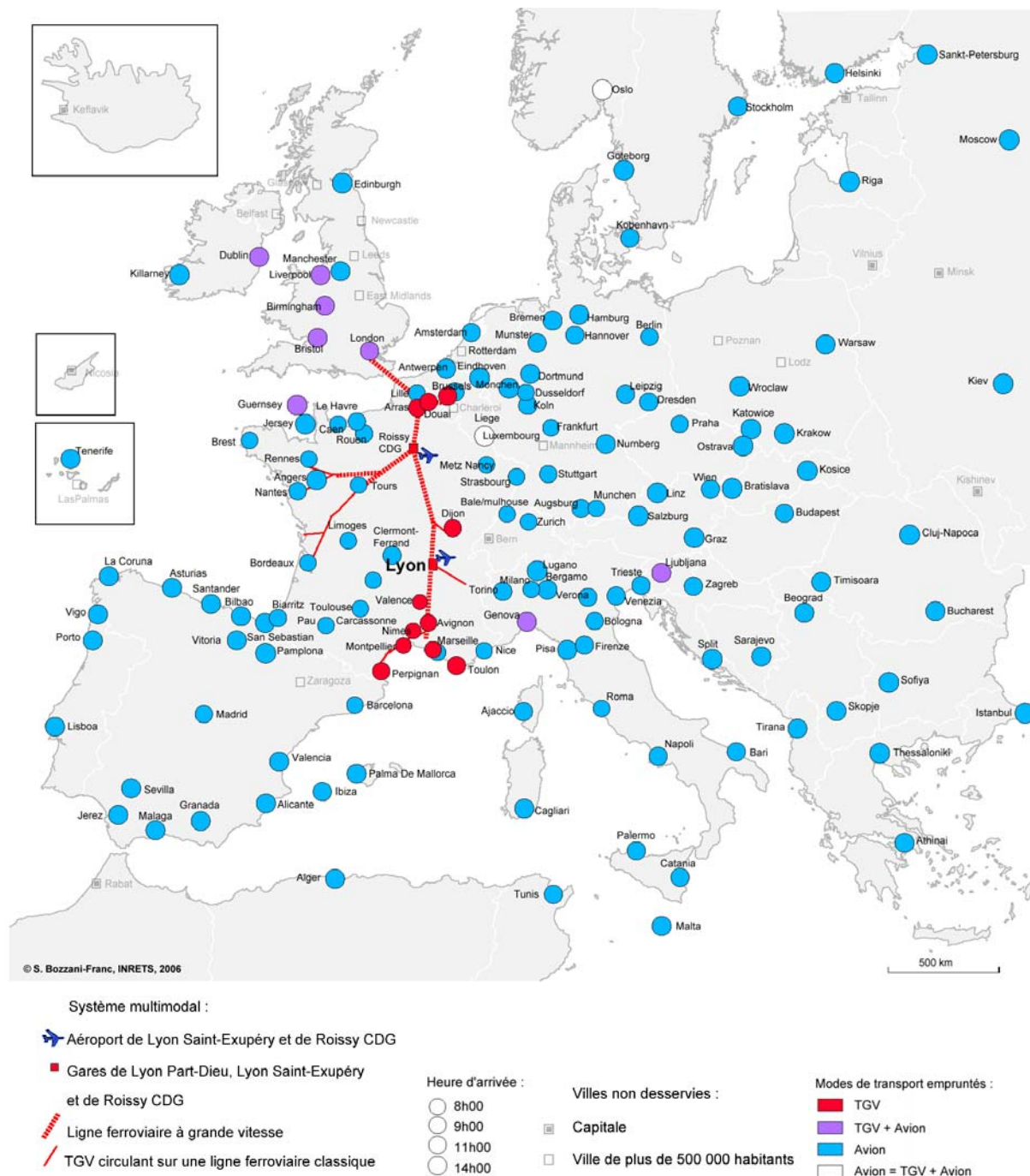


Carte 35 : Accessibilité multimodale lilloise pour un départ de Lille à 7h00 et une arrivée avant 14h00

Parallèlement, la performance du TGV reste inchangée au niveau des dessertes. Par contre, lorsque la limite de l'heure d'arrivée à 14h00 est incluse, Dijon n'est plus accessible tandis que des villes comme Londres, Perpignan ou Toulon ne sont plus accessibles par TGV, mais le sont par avion ou par la combinaison du TGV et de l'avion.

De cette carte, on peut dégager des espaces de pertinence des modes, notamment pour l'aéroport de Lille-Lesquin où l'on observe que certaines villes sont accessibles préférentiellement par le mode aérien seul (les 9 destinations citées ci-dessus).

Si on intègre le même indicateur pour Lyon, on peut établir une comparaison. On observe alors, premièrement, une prédominance du mode aérien, avec, contrairement aux résultats sur les premiers départs, une présence des trajets qui combinent TGV et aérien pour la Grande Bretagne ou l'Irlande.



Carte 36 : Accessibilité multimodale lyonnaise pour un départ de Lyon à 7h00 et une arrivée avant 14h00
On voit aussi que par rapport aux résultats sur les premiers départs, Lyon mais aussi Lille, perdent en accessibilité et cette perte touche le Nord de l'Europe.

On peut alors déduire que l'articulation vers Roissy CDG trouve sa place à Lyon même si l'offre aérienne y est abondante. L'articulation a donc aussi sa zone de pertinence, bien que le temps de trajet soit deux fois plus long en TGV qu'en avion.

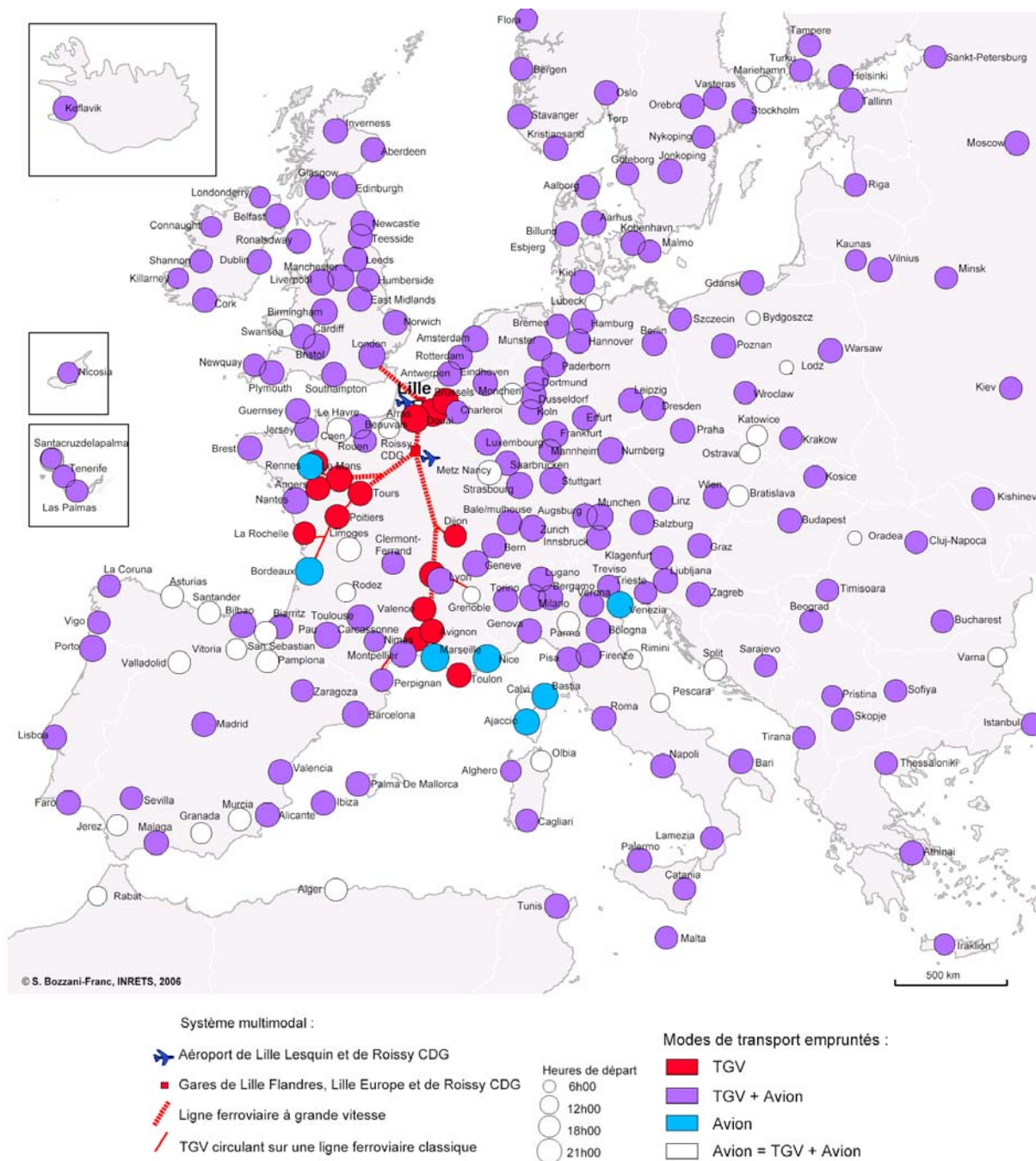
Enfin, on peut conclure sur le fait que les deux indicateurs que l'on a développé sont complémentaires et peuvent être considérés comme des composants d'un indicateur d'accessibilité.

1.1.3 Les Allers – Retours dans la journée, vers un indicateur de l'ouverture métropolitaine

En s'inspirant des travaux de l'ORATE décrits dans le chapitre 8, une dernière déclinaison de la mesure de la performance temporelle est introduite pour construire ensuite une représentation fondée sur les Allers – Retours dans la journée permettant de compléter l'analyse du cas lillois.

L'accessibilité étudiée à partir des derniers retours nous positionne dans une logique inverse à celle des premiers départs. Ainsi, nous allons fixer une heure de retour maximum (23h59) et rechercher pour l'ensemble des villes de l'étude l'heure à laquelle il faut quitter ces villes pour rentrer à Lille avant l'heure de référence fixée. Comme pour les premiers départs, on contraint l'utilisateur à se plier à la structure de l'offre de transport. Enfin, on choisit d'indiquer un seuil, cette fois pour l'heure de départ, à 18h00, car on veut exclure les déplacements qui nécessitent de repartir trop tôt dans le but de dégager une journée à destination.

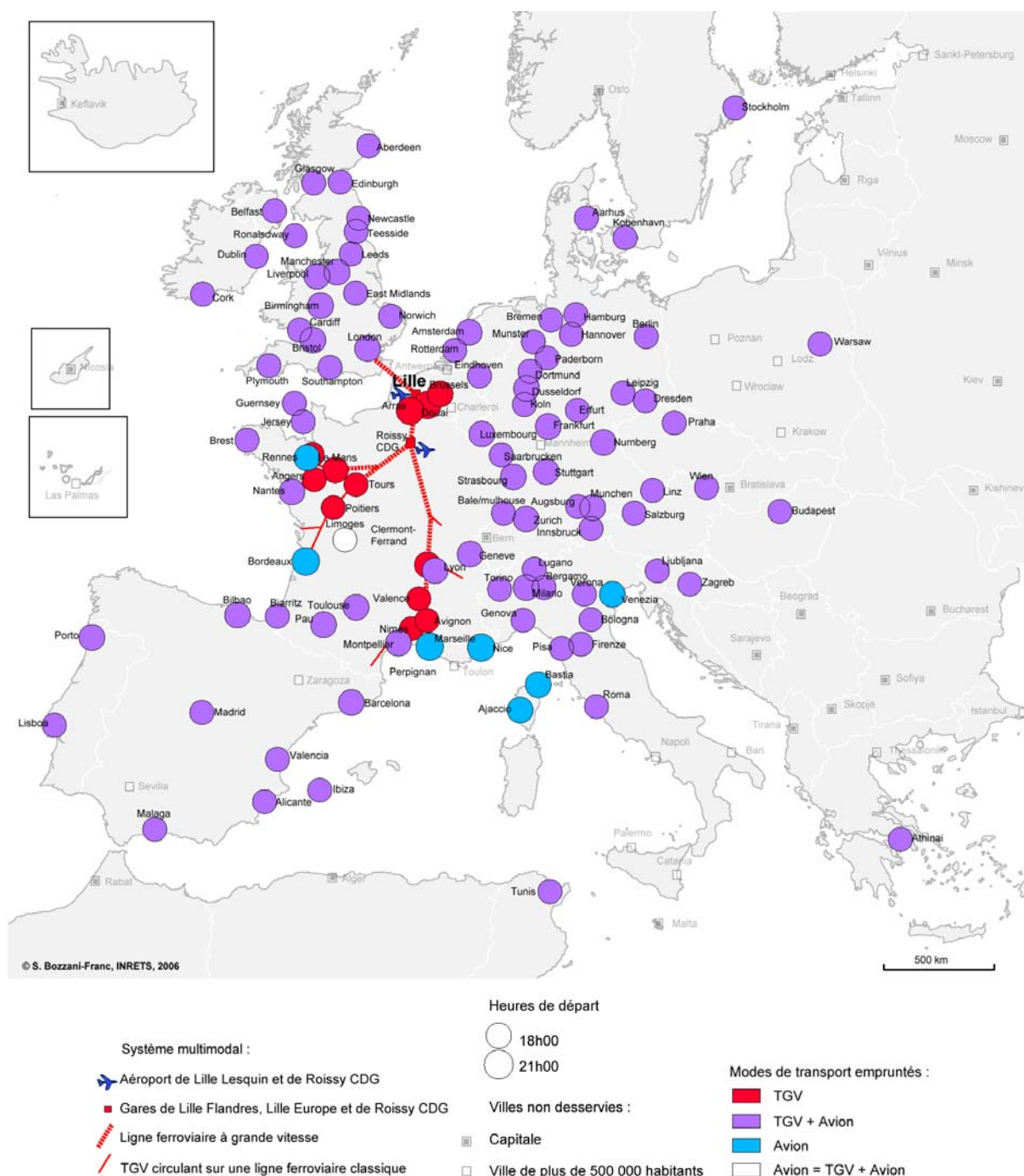
Dans un premier temps sans imposer de limite, on obtient l'image suivante.



Carte 37 : Accessibilité multimodale lilloise, les dernières arrivées de la journée

Cette image différente de celle des départs, nous montre, là encore, que l'avion s'efface au profit de la combinaison de l'aérien et du ferroviaire à grande vitesse. A l'échelle nationale, l'avion est pratiquement absent, on compte seulement 6 villes accessibles. Lorsque l'avion est présent hors des frontières nationales, la performance aérienne est égale à celle de la combinaison aéro-ferroviaire, sauf dans le cas de Venise.

On choisit ensuite de fixer un seuil car on veut exclure les déplacements qui impliqueraient une anticipation du départ en grevant le temps à disposition sur place.



Carte 38 : Accessibilité multimodale lilloise les dernières arrivées de la journée avec une limite de l'heure de départ à 18h00

La modification de l'image est importante et il apparaît difficile de quitter l'Est, mais aussi le Sud de l'Europe, après 18h00. En imposant cette limite à 18h00, on réduit très nettement l'accessibilité de la ville.

L'indicateur des allers-retours est introduit de la façon suivante. La mesure est basée sur la différence entre l'indicateur des premiers départs et celui des derniers retours. Ainsi, la construction de la représentation des allers – retours dans la journée repose sur cette différence et la définition de deux conditions.

Au résultat obtenu de la différence entre les premiers départs et les derniers retours, une durée de deux heures qui correspond au post-acheminement et au pré-acheminement dans la ville de destination est retirée. Ensuite, on teste s'il est possible de passer au moins 6 heures à destination.

La mobilisation de ce dernier indicateur nous inscrit dans les logiques métropolitaines. En effet, l'évaluation de l'accessibilité nécessite que l'on envisage le besoin de déplacements rapides et efficaces à longue portée des personnes qui s'inscrivent dans le processus métropolitain.

Dans ce contexte, l'exemple le plus à même de représenter cette idée est celui d'un cadre du secteur tertiaire qui veut se déplacer dans la journée pour un rendez-vous professionnel.

L'indicateur des allers – retours dans la journée est à même de répondre à cette question et de rendre compte de la possibilité d'ouverture de la ville par la mesure de son accessibilité. Ainsi, l'application de cet indicateur à Lille nous permet de faire apparaître que 60 allers – retours dans la journée sont possibles. 136 destinations nécessitent de passer une nuit sur place pour passer 6 heures à destination. Si on réduit le temps sur place à 5 heures, on passe à 79 destinations accessibles, alors que si on augmente le temps passé sur place à 7 heures, il ne reste plus que 35 destinations.

Enfin, sur la carte, on observe 6 destinations classées dans les villes non desservies dans la journée. Cette dernière classe indique que lors de la différence entre les indicateurs, on aboutit à une situation de ce type : le premier départ arrive à Santa Cruz aux Iles Canaries à 14h30 et le dernier retour décolle à 14h05 !



Carte 39 : Les Allers – Retours dans la journée au départ Lille

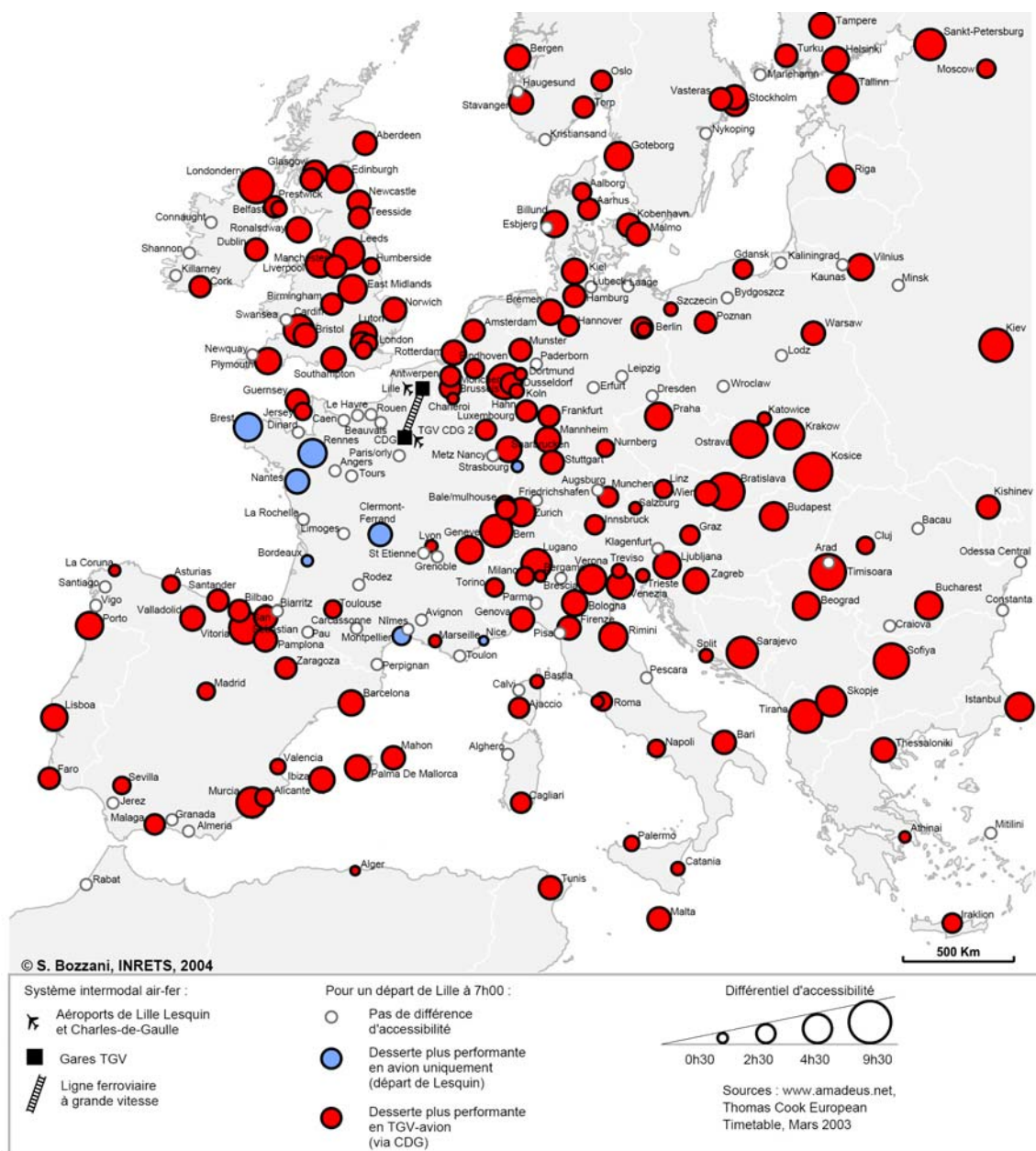
L'ensemble de l'analyse des relations et celle de l'accessibilité horaire au départ de Lille, nous permet d'aboutir à l'idée que l'articulation, sans effacer totalement la pertinence des autres modes, occupe une place centrale dans l'accessibilité et l'ouverture lilloise. Pourtant, il semble possible d'envisager que l'offre intermodale proposée soit renforcée. A cet effet, nous proposons de nous inscrire dans une dernière démonstration, cette fois à visée prospective en simulant une modification de l'offre du service TGV, par l'introduction d'un horaire supplémentaire.

1.1.4 Pour une analyse prospective...

Nous proposons ici deux nouvelles mesures. La première d'entre elle vise à exprimer la différence de performances entre deux chaînes, en partant des éléments dont on dispose. Puis, dans un deuxième calcul, on va questionner la qualité de l'articulation entre l'offre ferroviaire et l'offre aérienne en simulant l'introduction d'un nouvel horaire de TGV et en mesurant ses effets sur l'accessibilité. La démarche est prospective et veut envisager les actions qui pourraient être menées pour améliorer l'offre existante.

Ainsi, en se basant sur l'indicateur d'accessibilité de Lille pour un départ de 7h00, on choisit de comparer la performance des chaînes intermodale et monomodale aérienne. La carte suivante établit cette comparaison en se basant sur la différence des durées de transport.

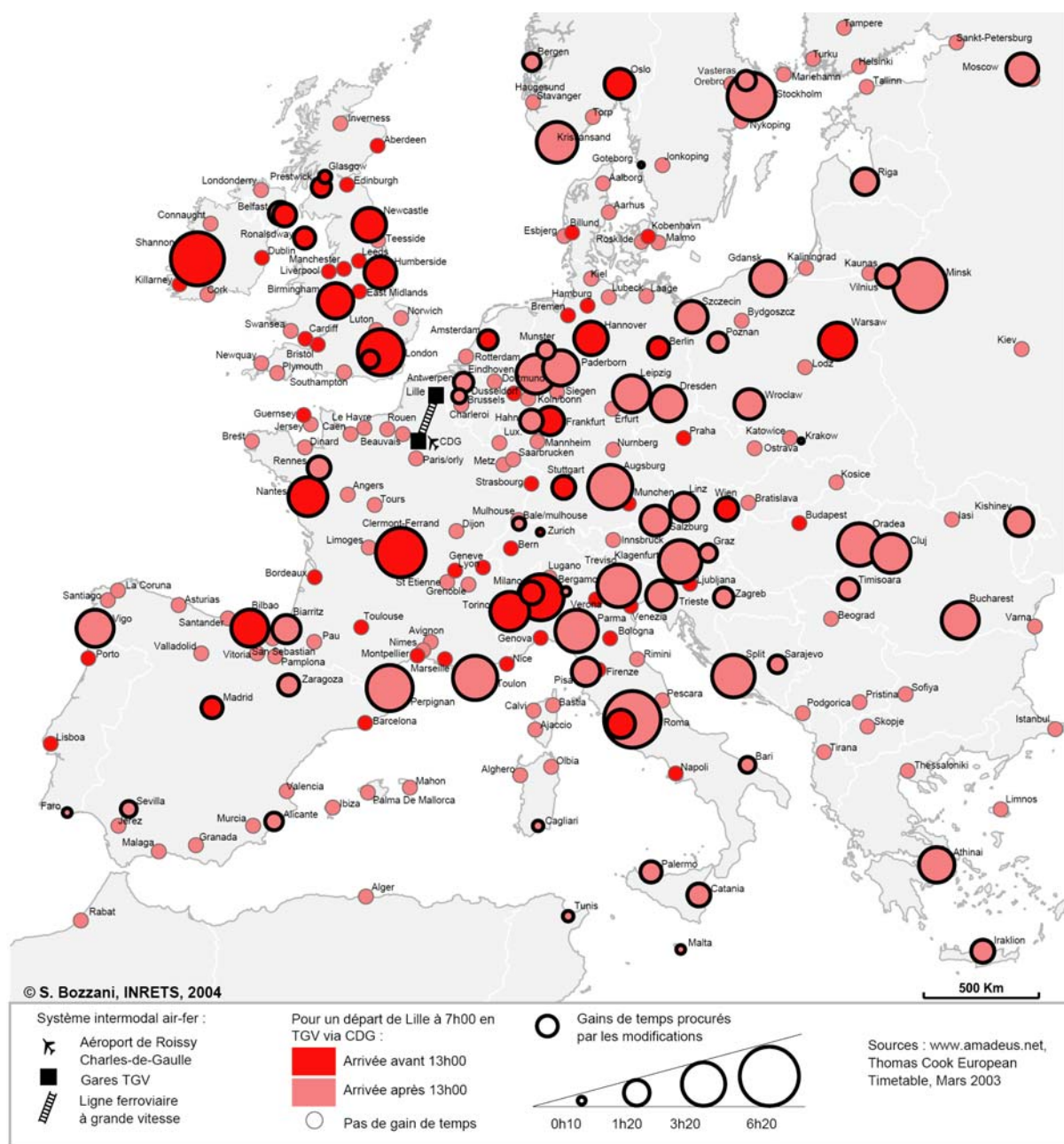
Ainsi, on observe que la nouvelle chaîne intermodale TGV + Avion (en rouge sur la carte) est plus efficace que la chaîne aérienne (en bleu sur la carte). Les cercles blancs montrant quant à eux des temps équivalents. La carte montre des différences marquées, de l'ordre de plusieurs heures ce qui permet d'avancer l'idée que le choix de la chaîne est décisif en termes de durées et que les deux offres sont complémentaires au bénéfice de l'accessibilité de la ville.



Carte 40 : Performance comparée au départ de Lille de l'offre TGV+Avion et de l'offre aérienne seule

L'analyse et le questionnement de la qualité de l'articulation entre l'offre ferroviaire et l'offre aérienne sont approfondis par la simulation avec l'introduction d'un nouvel horaire et par la mesure de ses effets sur l'accessibilité. Le TGV supplémentaire est inséré dans la grille horaire à 7h00. Ce choix s'explique par une offre matinale au départ de Lille qui est moins performante car les TGV ne sont pas directs. Au-delà d'une simple mesure du gain d'accessibilité et de l'évaluation de l'offre de transport existante, la modélisation permet d'évaluer l'impact spatio-temporel de la modification de l'offre de transport.

Cette nouvelle mesure, contenant un nouvel horaire TGV est confrontée à l'accessibilité initiale pour obtenir la carte des gains. Ainsi, la comparaison des deux offres avec ou sans la desserte TGV supplémentaire aboutit à la carte suivante.



Carte 41 : Amélioration de l'accessibilité air-fer par le renforcement de la desserte TGV au départ de Lille

La simulation des gains de temps induits par ce nouveau TGV montre des résultats significatifs puisque les gains potentiels s'élèvent à plusieurs heures et s'expliquent par le fait que le TGV que l'on fait partir de Lille à 7h optimise l'interconnexion en permettant de « prendre l'avion d'avant ».

Cette dernière carte permet de réaffirmer la pertinence du lien air-fer existant entre Lille et Roissy CDG, mais elle renvoie aussi à l'image d'une amélioration de ce lien proposée par la simulation. C'est là tout l'intérêt d'employer cette méthode qui permet d'envisager les actions à mener et d'établir plusieurs scénarii à partir des modifications testées.

Lille, une métropole sans aéroport international

Au terme de l'analyse menée sur Lille, nous sommes donc en mesure de répondre à la question initiale de ce point. Lille bénéficie d'une accessibilité élargie grâce à sa desserte ferroviaire à grande vitesse vers l'aéroport de Roissy CDG. De fait, puisque la ville répond aux exigences d'ouverture, au regard des critères d'accessibilité, Lille peut être considérée de ce point de vue comme une métropole au même titre que Lyon. Il est sûr qu'en ne considérant qu'une vision monomodale aérienne, l'accessibilité trouve ses limites et Lille ne peut prétendre au rang de métropole. Si on se réfère aux indicateurs habituels de rayonnement des villes comme le trafic passager de l'aéroport et le rôle de hub alors, effectivement, l'ouverture de Lille est faible. Par contre, si on considère la combinaison des modes dans une vision multimodale de l'accessibilité Lille atteint le niveau d'ouverture d'une métropole lui permettant de répondre à certaines logiques de déplacements liés aux processus de métropolisation.

Du point de vue des réseaux, l'analyse conduite ici permet de déterminer les zones de pertinence des modes sur le territoire et confirme la modification du raisonnement espace-temps ainsi que la zone de concurrence des modes. Ainsi, le cas lillois montre que le TGV, à certaines heures, est performant sur des distances dépassant les 1000 km.

A l'issue de ce travail, les conclusions sont nombreuses. L'intégration de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse et la construction d'un indicateur multimodal modifient considérablement les visions proposées jusqu'ici et qui font référence aux analyses monomodales. En effet, l'analyse du cas lillois montre clairement la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à l'accessibilité de la ville, sans pour autant écarter la pertinence du mode ferroviaire à grande vitesse ni celle de l'aérien. L'ensemble des indicateurs mobilisés nous ont conduits d'une part, à analyser l'offre de services en fonction du nombre de relations

au départ de la ville et d'autre part, à évaluer la qualité spatio-temporelle de l'offre multimodale. Aussi l'ensemble de ces éléments pose question par rapport à la généralisation de ces analyses et à leur transposition à d'autres objets urbains. Nous parlons de généralisation de ces analyses car les résultats obtenus nous conduisent à avancer l'idée d'une nouvelle géographie impulsée par le système des grandes vitesses pris dans son ensemble. Toutefois, on s'interrogera préalablement sur la possibilité d'obtenir des résultats aussi marqués avec d'autres villes. Cette dernière remarque fait l'objet du point suivant.

1.2 *Peut-on transposer les enseignements du cas lillois ?*

Après les enseignements formulés autour du cas lillois, qui nous ont conduite à affirmer la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à l'ouverture de la ville, ce deuxième temps de l'analyse nous amène à formuler le questionnement suivant :

La méthode développée sur le cas lillois est-elle « transposable » aux autres têtes de réseaux des espaces métropolitains ?

L'articulation leur permet-elle de renforcer leur ouverture européenne ?

Dans cette perspective, cinq agglomérations seront étudiées : Nantes, Rennes, Dijon, Metz et Nancy. Nous considérons Nantes et Rennes comme une métropole bipolaire comme nous l'avons indiqué au chapitre 8 ; néanmoins, nous allons traiter ces deux villes séparément pour établir ensuite une comparaison de leur ouverture. Ainsi, l'analyse s'articule autour de deux points, en commençant par tester l'ouverture de la métropole bipolaire bretonne pour ensuite tester cette même ouverture à Dijon et enfin proposer une analyse prospective de Metz et Nancy avec l'activation de la LGV Est Européenne vers l'aéroport de Roissy CDG.

La méthode appliquée ici, diffère de celle appliquée pour Lille. En effet, on ne retient que deux indicateurs suffisamment expressifs pour répondre à notre questionnement : l'analyse des relations et la mesure de la performance temporelle de la chaîne multimodale qui sont, à part entière, des indicateurs permettant l'évaluation des possibilités d'ouverture d'une ville comme on a pu le démontrer dans le point précédent.

1.2.1 Nantes, Rennes, une métropole bipolaire complémentaire ou deux métropoles dans un même espace ?

L'espace métropolitain Loire – Bretagne présenté au chapitre 8, est défini autour de deux têtes de réseaux : Nantes et Rennes. Le premier questionnement s'intéresse à l'ouverture de cet espace :

Quel est le niveau d'accessibilité de cet espace métropolitain ?

En posant cette question, on est face à trois cas de figure possibles qui renvoient au niveau d'ouverture : premièrement, aucune des deux villes n'a la possibilité de rayonner suffisamment pour être considérée comme une métropole du point de vue de son ouverture ; deuxièmement, seulement une des deux villes dispose d'une ouverture métropolitaine ; enfin, les deux villes disposent d'une ouverture métropolitaine et nous sommes dans un espace métropolitain à deux têtes.

La deuxième question vise à déterminer :

Comment l'intermodalité aéro-ferroviaire influence d'une ouverture métropolitaine de Nantes et de Rennes ?

Dans cette perspective, on mobilise deux indicateurs, celui sur l'analyse de l'offre de service qui est basé sur le comptage des relations qu'il est possible d'effectuer, et l'indicateur d'accessibilité multimodale qui va permettre l'évaluation de la performance temporelle de la chaîne multimodale. Cette performance sera mesurée dans le contexte des premiers départs et d'un départ à 7h00. Rappelons à ce propos, la différence que l'on considère entre ces deux mesures. La mesure des premiers départs fait référence à un usager qui se plie à la structure de l'offre de transport alors que dans le cas d'un départ 7h00 cette contrainte sur l'heure de départ est inspirée par un choix de l'usager.

Ainsi, l'analyse se fait en deux temps, en commençant par celle des relations aériennes au départ des aéroports de Nantes Atlantique et de Rennes Saint-Jacques. Puis, dans cette même logique de comparaison entre les deux villes, nous procéderons à l'analyse de l'accessibilité spatio-temporelle des chaînes intermodales et monomodales aérienne et ferroviaire.

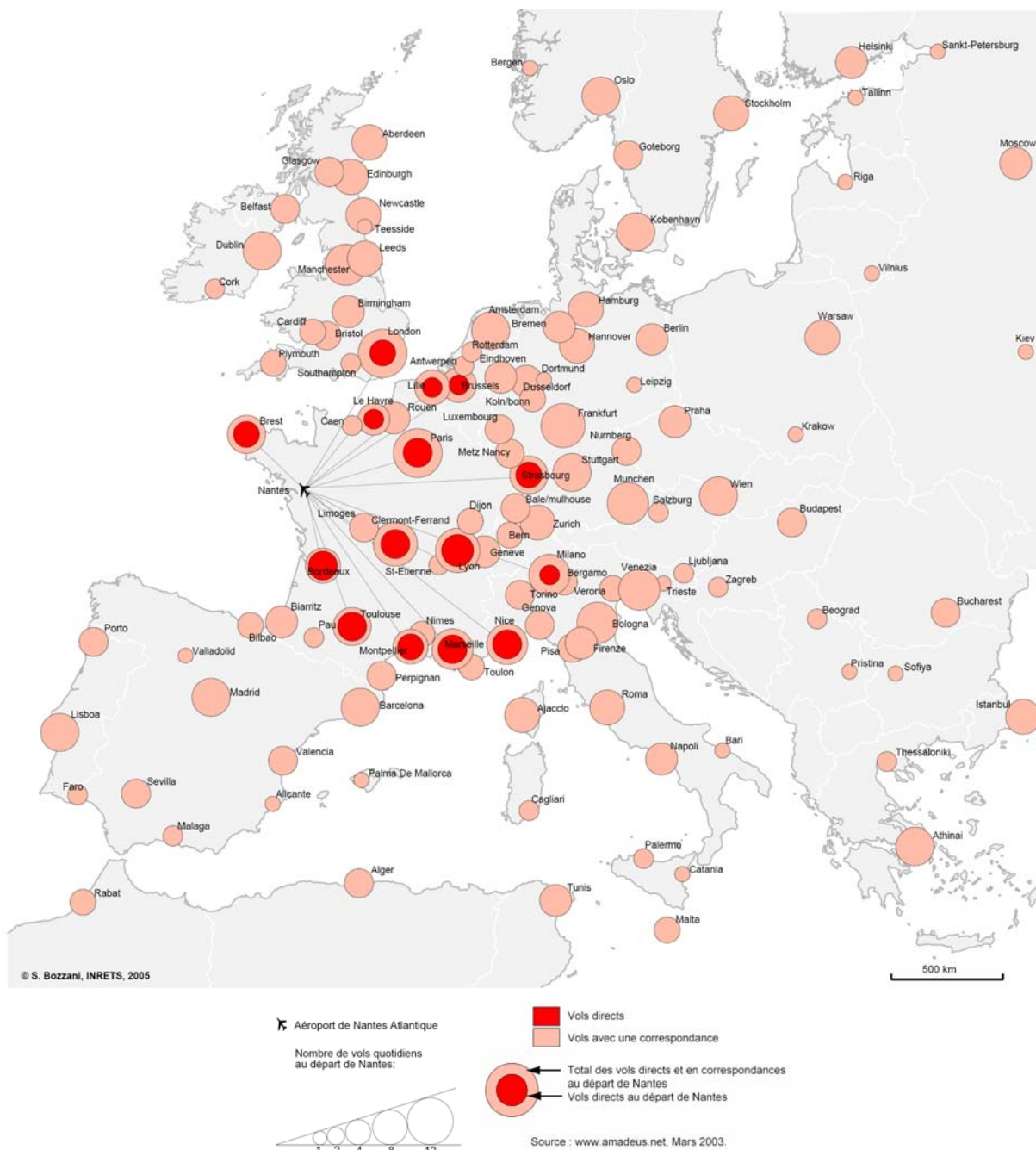
a) Les bénéfices du lien au hub

L'approche menée ici consiste à représenter l'offre de services aérienne au départ de Nantes Atlantique et de Rennes Saint-Jacques. Les deux aéroports sont assez différents si on se base sur les chiffres du trafic de passagers (Cf. Chapitre 8).

L'aéroport de Nantes Atlantique propose 120 destinations avec 15 villes en accès direct dont la présence de quatre hubs majeurs : Paris, Londres, Milan et Bruxelles et des hubs secondaires comme Lyon.

Le nombre de villes européennes desservies directement est très faible, seulement 3 vols directs vers Londres, Bruxelles et Milan, mais la fréquence est cependant supérieure à 2 fois par jour.

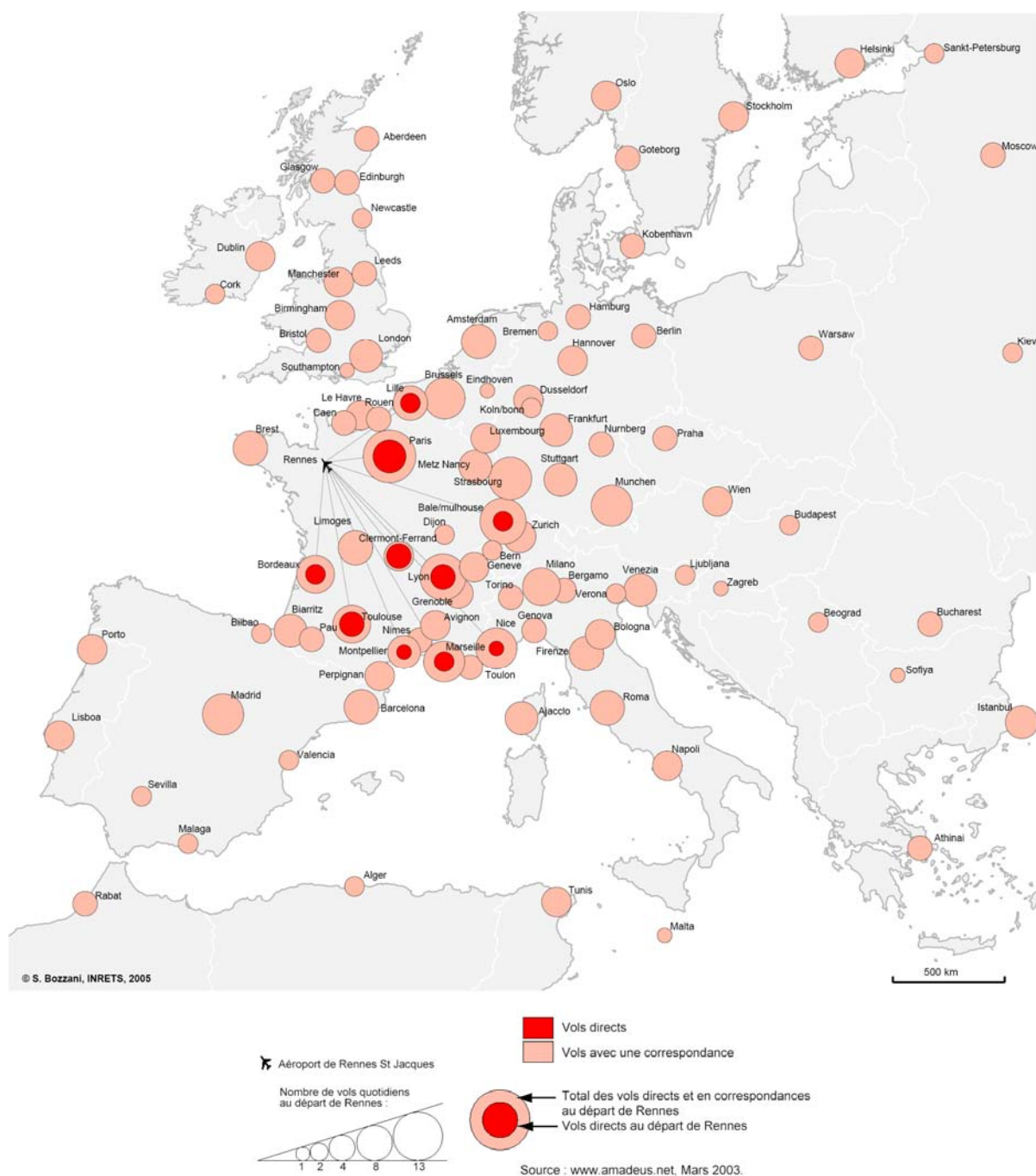
Le nombre de villes accessibles s'explique alors par le jeu des correspondances qui permet à l'agglomération nantaise d'accéder à plus de 100 villes. Par rapport à Lille le nombre des destinations est presque doublé, puisque Lille ne compte que 66 villes atteignables depuis son aéroport, sans lien direct vers un ou plusieurs hubs majeurs.



Carte 42 : Offre aérienne au départ de Nantes Atlantique en Mars 2003

Comparée à Lyon qui compte plus de 160 destinations dont 45 vols directs, l'accessibilité de Nantes est moindre, mais elle permet à la ville d'accéder à une grande majorité des capitales et des grandes métropoles européennes.

Si on s'intéresse maintenant à l'offre aérienne au départ de Rennes on obtient la carte suivante.



Carte 43 : Offre Aérienne au départ de Rennes Saint-Jacques en Mars 2003

Pour un aéroport qui a trois fois moins de trafic que Nantes, moitié moins que Lille, le nombre des destinations proposées est très élevé, puisque Rennes accède à plus de 96 destinations. Parmi elles, on compte 10 vols directs, avec un lien plusieurs fois par jour au hub majeur de Paris. Le jeu des correspondances (86 destinations) permettant à la ville un accès quasi-égal à celui de Nantes. Comparativement à cette dernière, Rennes ne compte aucune liaison directe vers une ville européenne mais les atteint grâce aux liens qu'elle a avec Paris, mais aussi Lyon, Nice, Toulouse, Bordeaux, Bâle – Mulhouse, Clermont-Ferrand....

Ainsi, cette première mesure montre une forme d'accessibilité associée à l'offre aérienne de Nantes, mais aussi de Rennes. Pour compléter ces résultats, l'analyse de l'accessibilité horaire de ces deux villes est insérée. Comme pour Lille, la mesure de la performance temporelle est introduite pour observer s'il existe une dégradation de l'ouverture métropolitaine par rapport à la mesure que l'on vient d'effectuer pour les deux villes.

b) Quelle performance temporelle pour les chaînes intermodales au départ de Nantes et de Rennes ?

L'introduction de cet indicateur vise donc au calcul des chemins minimaux horaires à partir d'une heure de référence de départ : premiers départs et départ à 7h00. Comme dans le cas de Lille, trois chaînes sont analysées :

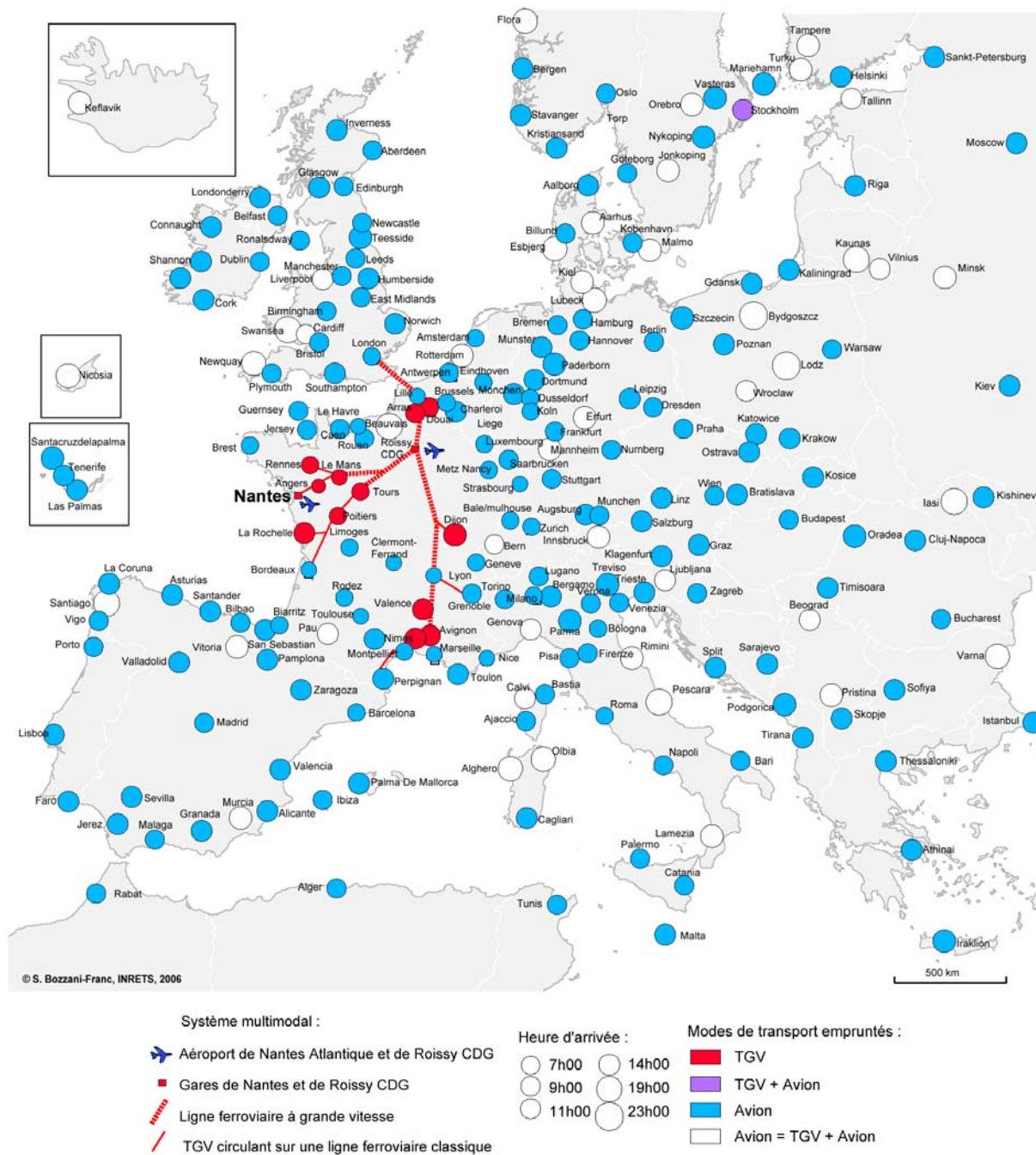
- Les TGV au départ des gares de Nantes et de Rennes.
- Les vols au départ de Nantes Atlantique et Rennes Saint-Jacques.

Les chaînes intermodales qui combinent le TGV au départ des gares de Nantes et de Rennes et les vols au départ de Roissy CDG.

On se fonde ici, sur la performance temporelle des chaînes et aucune condition n'est fixée à la combinaison ou à la non-combinaison des vols ni aux temps de parcours. Les seules conditions qui apparaissent sont celles du temps de connexion de 45 minutes avant le départ de chaque vol et l'heure de référence de départ fixée au début du calcul des chemins minimaux.

Avant même de faire le calcul, il est important de souligner que contrairement à Lille qui est reliée à Roissy CDG en TGV en moins d'1h00, pour les TGV les plus performants, les liaisons de Nantes ou Rennes vers Roissy CDG empruntent plusieurs tronçons de lignes classiques et le temps moyen de ces deux villes pour rejoindre Roissy est de 3h00.

Ainsi, on propose de considérer les premiers départs de Nantes sur la carte suivante :



Carte 44 : Accessibilité de Nantes, les 1ers départs*

(*Heure de départ du 1er TGV 5h30, Heure de départ du 1er avion 6h05)

On observe tout d'abord une cohérence des résultats avec l'analyse de l'offre aérienne au départ de Nantes, mais surtout une prédominance de l'aérien, ainsi qu'une bonne performance de la chaîne ferroviaire. Dans le cas du ferroviaire, sa performance, voire sa zone de pertinence, s'exprime au-delà de 1000 km dans la desserte de ville comme Valence, Avignon ou Nîmes.

Une seule ville apparaît avec une desserte au profit de l'articulation du ferroviaire à grande vitesse et de l'aérien, mais la différence avec l'heure d'arrivée de la chaîne

aérienne est infime (de l'ordre de 5 minutes). Dans les autres cas, où l'articulation aéro-ferroviaire apparaît la performance temporelle des dessertes est équivalente aux performances de la chaîne aérienne.

Cette égalité des performances concerne quasi-uniquement la desserte des villes à l'extérieur des frontières françaises sauf dans les cas de Beauvais, Pau ou encore Calvi.

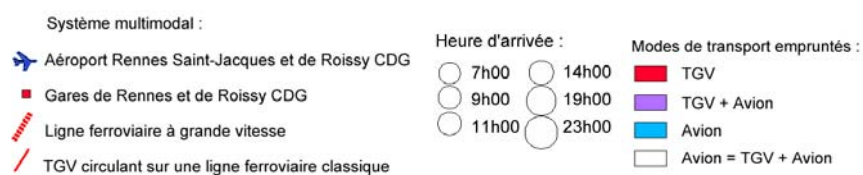
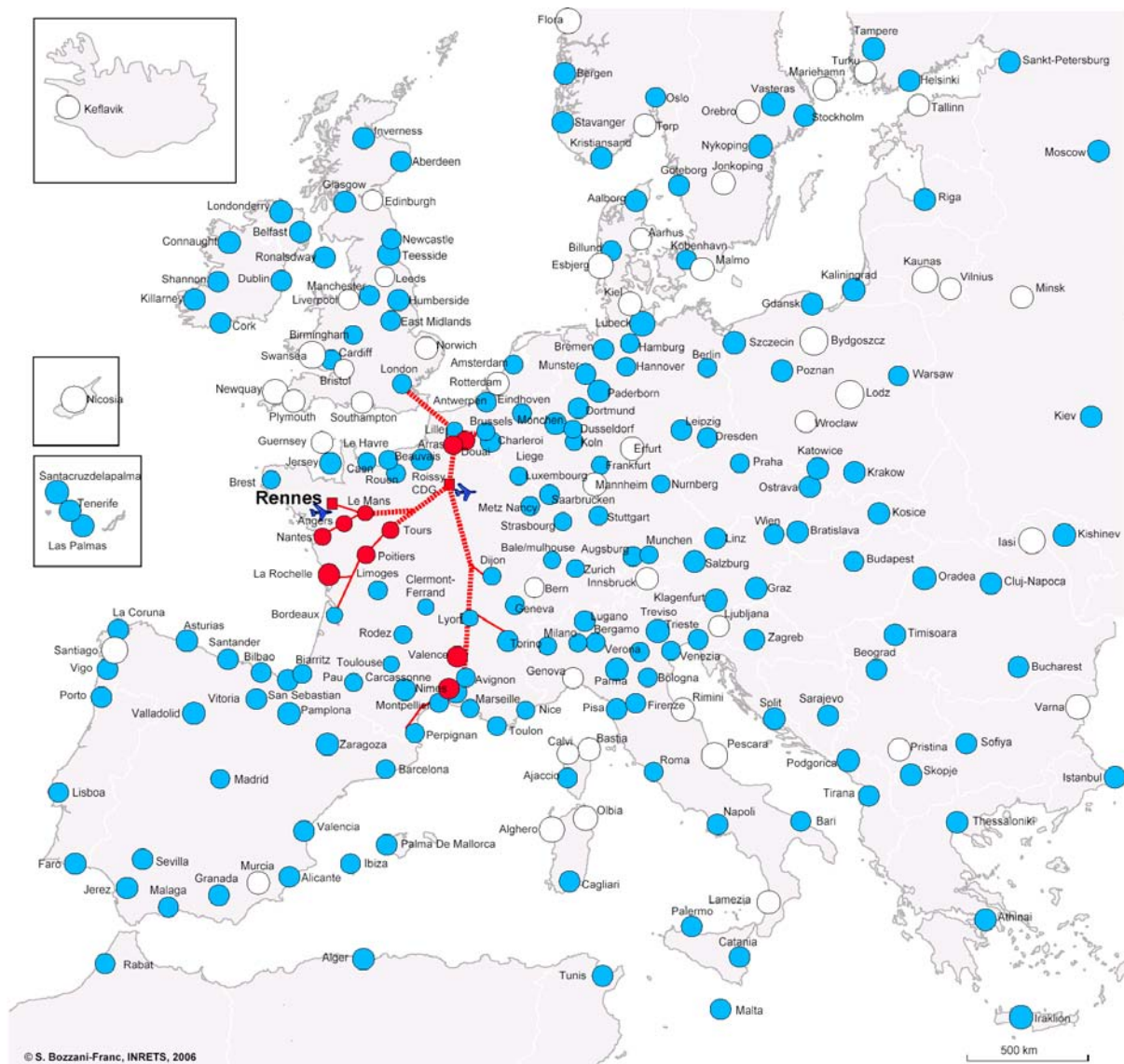
La performance temporelle de la desserte aérienne s'explique par les premiers départs. En effet, ce sont les liens vers les hubs et les correspondances qui vont s'effectuer ensuite qui permettent à Nantes une accessibilité et une ouverture comparable à celle de Lyon.

Ainsi, le premier départ vers Roissy se fait à 6h35 pour une arrivée à 7h40, l'usager est alors en mesure de prendre, à partir de 8h25 n'importe quel vol au départ de Roissy. Les premiers vols du matin sont à destination de villes qui permettent ensuite à l'usager nantais de se projeter vers la plupart des villes européennes.

Lorsqu'on inclut la limite pour une arrivée avant 14h00 afin de supprimer les dessertes trop longues, la plupart des capitales et des grandes métropoles restent atteignables, on perd seulement l'accessibilité à Keflavik, Nicosie, Vilnius ou encore Minsk.

Au niveau de la chaîne ferroviaire, seule Dijon n'est pas accessible avant 14h00.

En conséquence, on peut réaffirmer ici, les bénéfices des liens aux hubs démontrés dans l'analyse de l'offre aérienne.

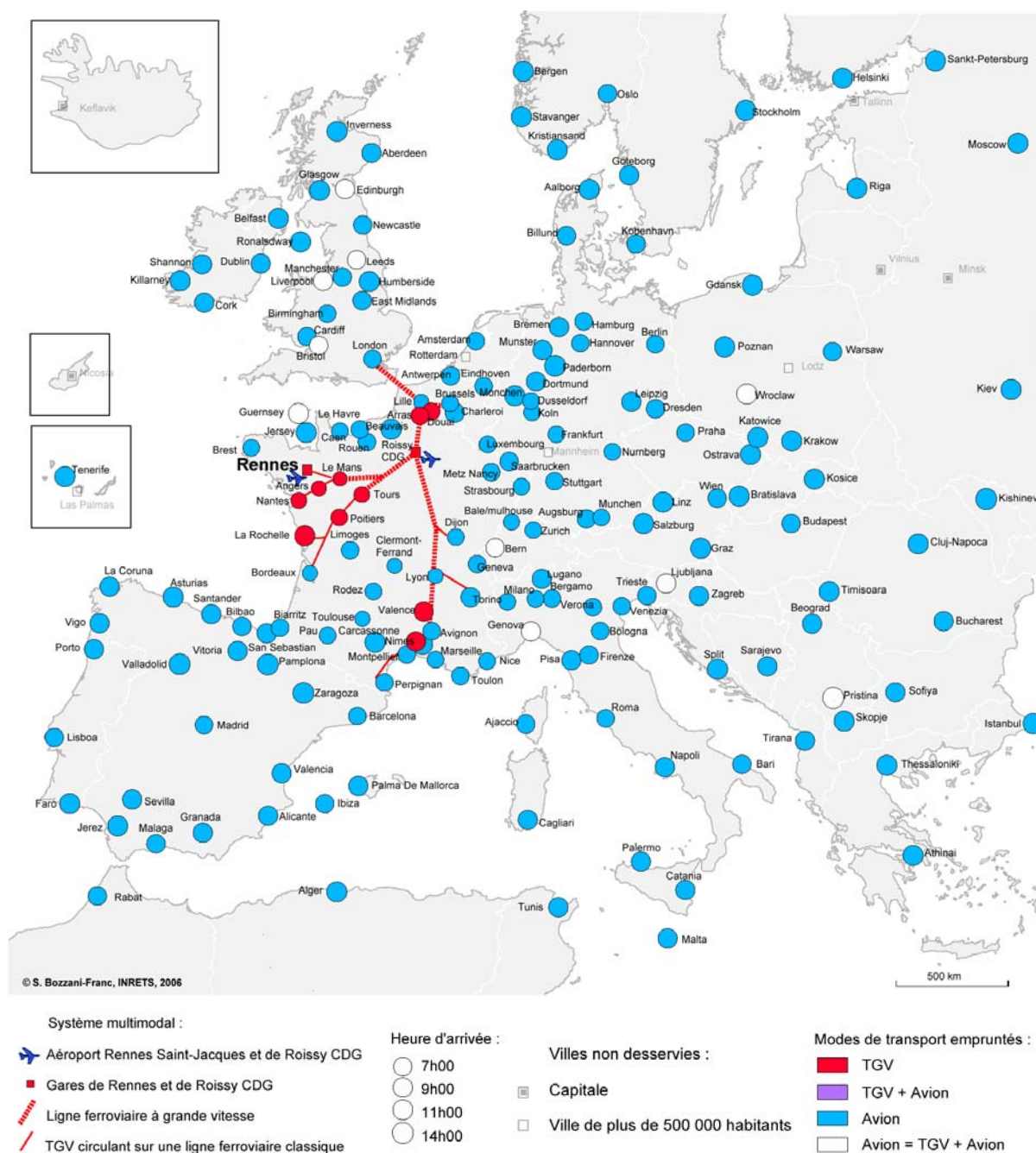


Carte 46 : Accessibilité de Rennes, les 1ers départs*

(*Heure de départ du 1er TGV 5h35, Heure de départ du 1er avion 6h25)

Ainsi comme le montre la carte, la performance temporelle privilégie le mode aérien et le mode ferroviaire est ici un peu moins performant que dans le cas de Nantes. Certaines villes du sud de la France sont captées par le mode aérien, comme Avignon. Pour Nîmes, la chaîne aérienne et celle du ferroviaire sont équivalentes. La desserte de Dijon est ici plus performante en avion qu'en train. Comme pour Nantes, lorsque l'articulation apparaît, les résultats sont identiques à la chaîne aérienne.

Les trois premiers départs du matin à l'aéroport de Rennes Saint-Jacques sont à destination de Paris Roissy CDG (6h25 -> 7h25), Lyon Saint-Exupéry (6h25 -> 7h35) et Clermont-Ferrand (6h30 -> 7h40) et les liens formés à partir des hubs sont déterminants pour expliquer les résultats de Rennes (comme ceux de Nantes). Toutefois, avant de confirmer la performance de la chaîne aérienne nous allons inclure cette même carte avec la limite de l'heure d'arrivée à 14h00.



Carte 47 : Accessibilité de Rennes, les 1ers départs, avec une limite de l'heure d'arrivée à 14h00*

(*Heure de départ du 1er TGV 5h35, Heure de départ du 1er avion 6h25)

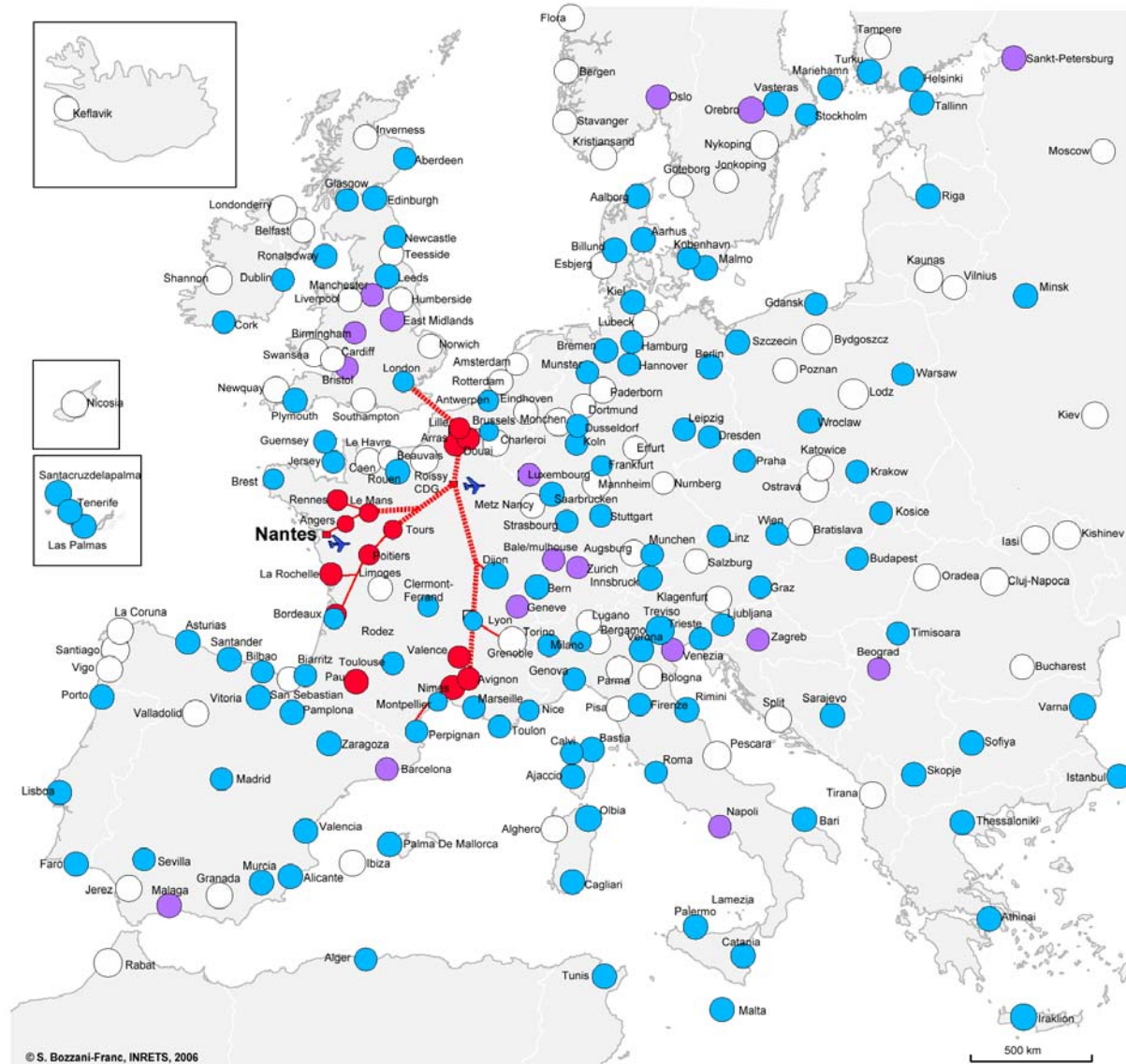
Les résultats exprimés sur la carte confirment la performance temporelle des dessertes.

Cette carte permet d'insister sur le fait que l'ouverture nantaise et l'ouverture rennaise sont comparables. Ce n'est pas la taille de l'aéroport qui entre en jeu, ni même le nombre de relations directes qu'ils proposent mais bien la destination de ces liaisons qui favorisent les correspondances et entrent en jeu pour l'ouverture de ces villes.

Nous proposons alors de préciser ces résultats en introduisant la mesure d'un départ à 7h00 pour les deux villes.

Dans le cas de Nantes, l'image renvoyée, nous montre une pertinence de l'articulation TGV + Avion puisque la desserte de 17 villes devient alors plus performante avec la chaîne intermodale.

D'autres changements apparaissent comme la desserte de Bordeaux où le ferroviaire et l'aérien sont équivalents. Le départ à 7h00 de Nantes implique de prendre un avion à partir de 7h45, à cette heure, la plupart des vols en direction des plates-formes majeurs ou secondaires assurant ensuite de bonnes correspondances ont déjà décollés. Aussi, il faut attendre 8h35 un vol en direction de Lyon, 8h45 pour Bruxelles et 11h05 pour Roissy CDG.



Système multimodal :

- ✈ Aéroport de Nantes Atlantique et de Roissy CDG
- Gares de Nantes et de Roissy CDG
- Ligne ferroviaire à grande vitesse
- TGV circulant sur une ligne ferroviaire classique

Heure d'arrivée :

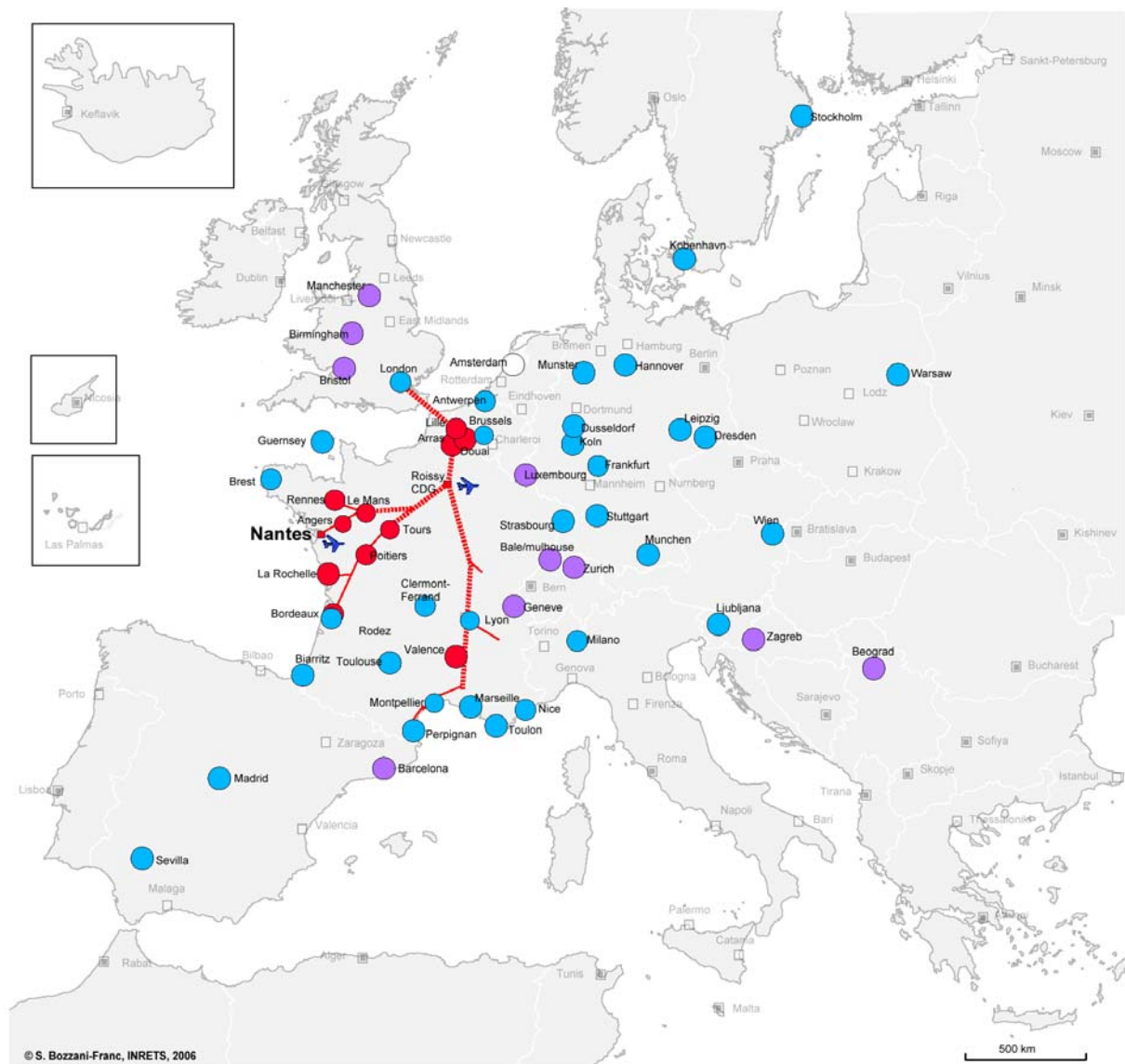
- 8h00
- 9h00
- 11h00
- 14h00
- 19h00
- 23h00

Modes de transport empruntés :

- TGV
- TGV + Avion
- Avion
- Avion = TGV + Avion

Carte 48 : Accessibilité multimodale nantaise, pour un départ de Nantes à 7h00

Dans la même logique que pour les premiers départs, avec la limite à 14h00, pour l'heure d'arrivée maximum, les résultats observés sont riches d'enseignements.



Système multimodal :

- Aéroport de Nantes Atlantique et de Roissy CDG
- Gares de Nantes et de Roissy CDG
- Ligne ferroviaire à grande vitesse
- TGV circulant sur une ligne ferroviaire classique

Heure d'arrivée :

- 8h00
- 9h00
- 11h00
- 14h00

Villes non desservies :

- Capitale
- Ville de plus de 500 000 habitants

Modes de transport empruntés :

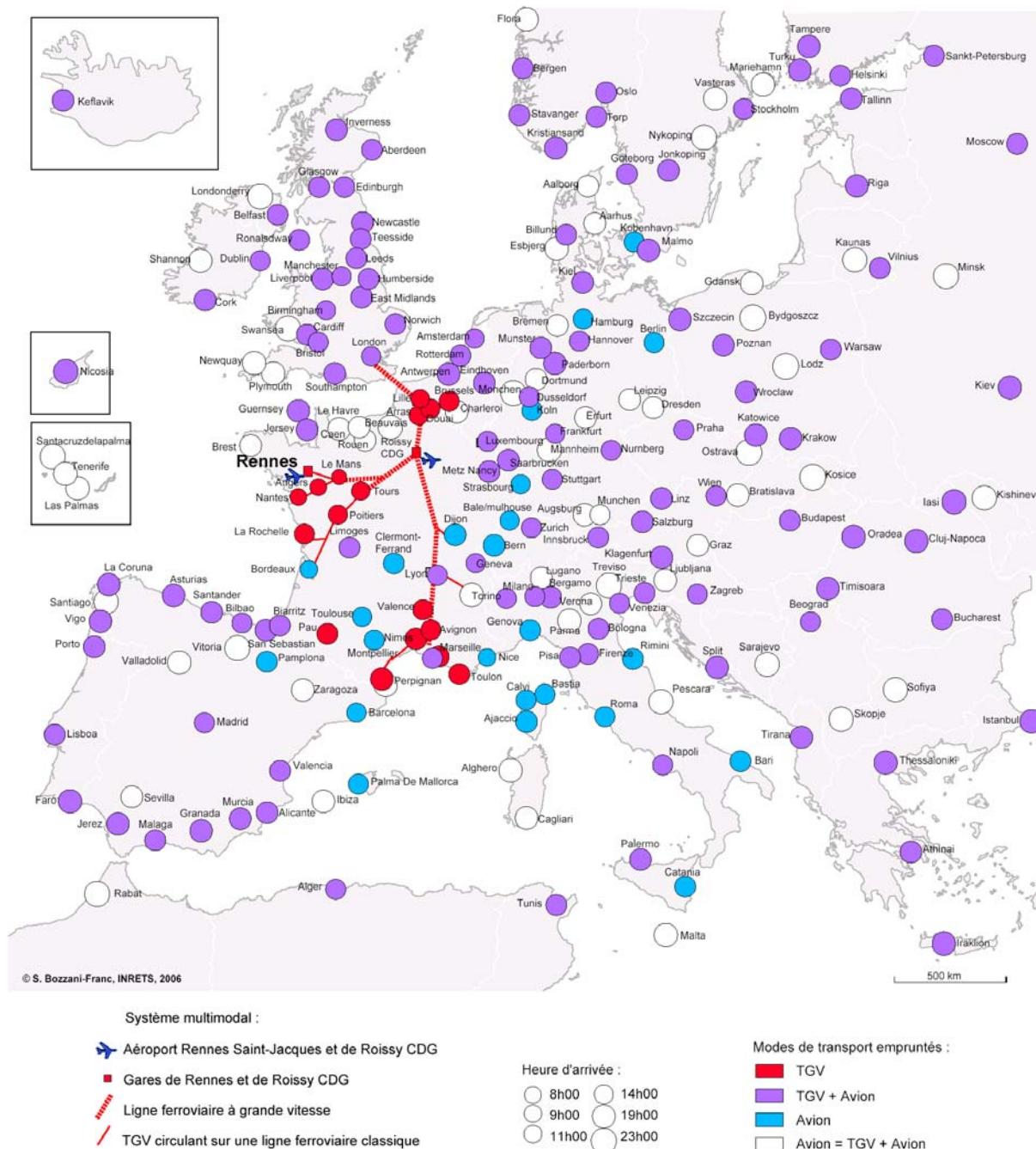
- TGV
- TGV + Avion
- Avion
- Avion = TGV + Avion

Carte 49 : Accessibilité multimodale nantaise, pour un départ de Nantes à 7h00 et une arrivée avant 14h00

Alors que pour Lille ou Lyon le départ à 7h00 a relativement peu modifié le nombre de villes atteignables, d'une vingtaine tout au plus, la transformation de l'accessibilité et des possibilités d'ouverture de la ville est ici totale. L'ouverture de Nantes est limitée à 55 villes atteintes dans la tranche horaire fixée. Sur ces 55 villes, 1/3 concerne des dessertes nationales. Ce qui apparaît d'abord c'est la relative performance temporelle des chaînes ferroviaire et aérienne où la plupart des vols directs de la ville recensés dans l'analyse des relations sont présents : seule Le Havre n'est plus accessible dans le cadre d'un départ à 7h00 et d'une arrivée à

14h00, tandis que pour Lille c'est le TGV qui devient le mode le plus performant dans cette tranche horaire).

L'image renvoyée par la carte réaffirme alors l'idée que pour Nantes, l'accessibilité à longue portée tient essentiellement à l'offre aérienne, comme pour Lyon, même si l'articulation aéro-ferroviaire trouve sa place dans le départ à 7h00. L'ouverture nantaise tire bénéfice des liens vers les hubs. Si on applique maintenant ce même indicateur à Rennes, les résultats diffèrent significativement.



Carte 50 : Accessibilité multimodale rennaise, pour un départ de Rennes à 7h00

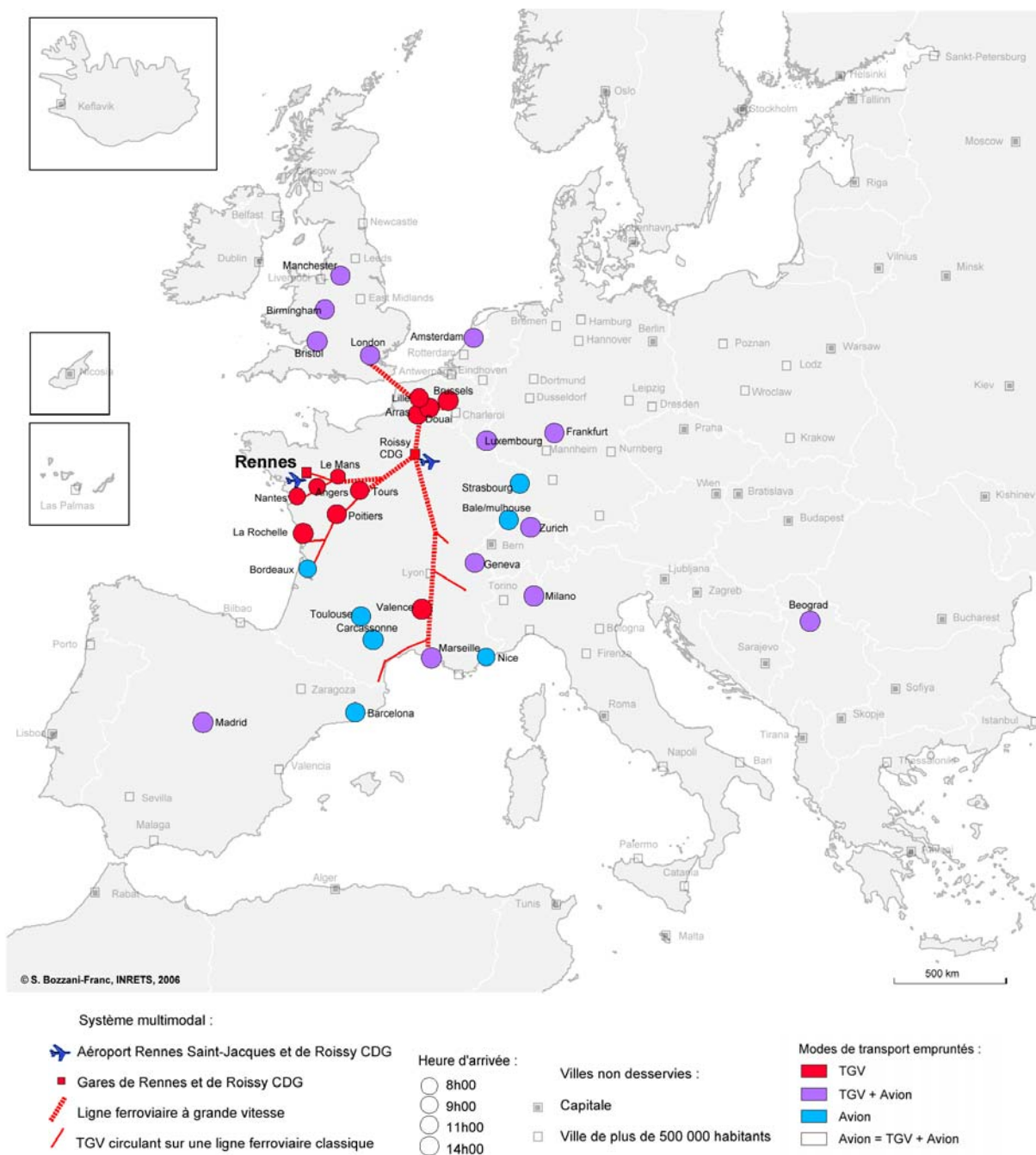
L'articulation aéro-ferroviaire est ici très importante et la performance temporelle de l'aérien enregistrée précédemment est effacée pour un départ à 7h00, pour seulement 24 destinations où le mode aérien fournit une meilleure performance temporelle.

L'explication tient à ce qu'un départ 7h00 implique que l'utilisateur soit en mesure de prendre l'avion qu'à partir de 7h45 ; or l'activité de l'aéroport de Rennes ne reprend qu'à 10h00, vers Nice et Bordeaux.

C'est donc le TGV qui assure l'ouverture rennaise sur l'extérieur, notamment par la performance d'une articulation entre un TGV qui part de Rennes à 9h10 et arrive à CDG à 12h14 et un vol qui décolle à partir de 12h59 de Roissy CDG.

Dans la même logique que précédemment, l'introduction de la limite de l'heure d'arrivée à 14h00, permet d'observer une différence par rapport à Nantes.

L'introduction de cette limite horaire à 14h00 restreint de manière significative l'accessibilité rennaise avec seulement 31 villes atteignables dans la tranche horaire fixée. La chaîne TGV et la chaîne intermodale étant les plus performantes avec respectivement 12 et 13 destinations.



Carte 51 : Accessibilité multimodale rennaise, pour un départ de Rennes à 7h00 et une arrivée avant 14h00

Aussi, de manière encore plus marquée pour Nantes on doit alors dire que pour un départ à 7h00 la chaîne intermodale trouve un espace de pertinence car l'offre aérienne est quasi-absente. Cependant, il n'en reste pas moins que comparées à Lille ou Lyon, Rennes et Nantes sont pénalisées par un temps d'accès en TGV trop long vers CDG et une offre aérienne matinale qui leur fait défaut après 7h45.

Deux métropoles dans un même espace métropolitain

Par rapport au questionnement initial sur ces deux villes, les analyses menées permettent d'apporter des éléments de réponse.

Nantes comme Rennes bénéficie d'une large accessibilité, non pas comme Lille grâce à l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse, mais grâce à l'offre aérienne des premiers départs qui, en permettant une bonne relation avec un ou plusieurs hubs, favorise une ouverture d'envergure métropolitaine.

Ainsi à la première question posée sur la transposition des méthodes du cas lillois aux autres têtes de réseaux des espaces métropolitains, la confirmation de l'intérêt de ces méthodes est établie. Effectivement, le développement de celles-ci montre des résultats intéressants et contrastés quant à l'évaluation de l'accessibilité multimodale et de l'ouverture métropolitaine des villes.

Dans une logique temporelle, la mesure avec un départ à 7h00, pour Nantes comme pour Rennes, a montré que l'articulation aéro-ferroviaire prenait l'avantage en l'absence de l'offre aérienne. Cependant dans un tel contexte, l'articulation aéro-ferroviaire seule ne permet pas d'obtenir une accessibilité conférant une ouverture d'envergure métropolitaine. L'absence de relation ferroviaire optimale en temps de parcours entre Nantes, Rennes et Roissy CDG explique pour partie cette contre-performance.

Par rapport maintenant au niveau d'ouverture de l'espace métropolitain Loire – Bretagne et par rapport aux trois cas de figure soulevés au départ, on est bien en présence de deux villes qui présentent des niveaux d'accessibilité comparables. Pourtant, si on rapporte ces résultats à ceux de l'ouverture lilloise ou lyonnaise, on peut alors s'interroger sur l'évolution de cette ouverture au cours de la journée. Ainsi, la mesure des premiers départs a montré une ouverture liée au bénéfice des liens aux hubs pour les deux villes. En se basant ensuite sur un départ à 7h00, pour Nantes comme pour Rennes, on a montré une zone de pertinence de l'articulation du ferroviaire et de l'aérien mais on a aussi montré une diminution du nombre de villes atteignables lorsqu'on a inclus un seuil pour l'heure d'arrivée.

Aujourd'hui, l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse influence peu l'accessibilité de ces deux villes. Qu'en serait-il si leurs relations avec Roissy CDG étaient totalement aménagées en LGV ? Est-ce que l'offre aérienne vers Paris et

notamment Roissy CDG sera modifiée ? Et quel impact sur l'accessibilité aura cette modification de l'offre ferroviaire sur les liens au hub parisien ?

1.2.2 Dijon, une ouverture métropolitaine en construction ?

Toujours selon le même principe d'une transposition de l'étude lilloise à des villes têtes de réseau d'un espace métropolitain, on choisit après Nantes et Rennes d'introduire l'agglomération dijonnaise. Dijon, inscrite dans l'espace métropolitain Rhin-Rhône, n'est pas à proprement dit une tête de réseau, d'ailleurs dans cet espace aucune des villes françaises qui le composent ne peut prétendre au rang de métropole. Ainsi, cet espace n'a de sens que s'il est envisagé comme un réseau de villes (Cf. Chapitre 8).

Dans ce contexte, le questionnement autour de Dijon amène à se demander :

Si Dijon peut exercer une fonction de porte ou de carrefour pour le rayonnement de cet espace métropolitain ? Comment et quels modes de l'aérien ou du ferroviaire est en mesure d'assurer l'ouverture métropolitaine de cet espace ?

En effet, si on se reporte aux objectifs qui figurent au dossier du projet métropolitain, le TGV est envisagé comme un outil du fonctionnement en réseau des villes, mais aussi comme le moyen de se raccorder au reste du réseau LGV, à Paris et à Lyon de manière efficace.

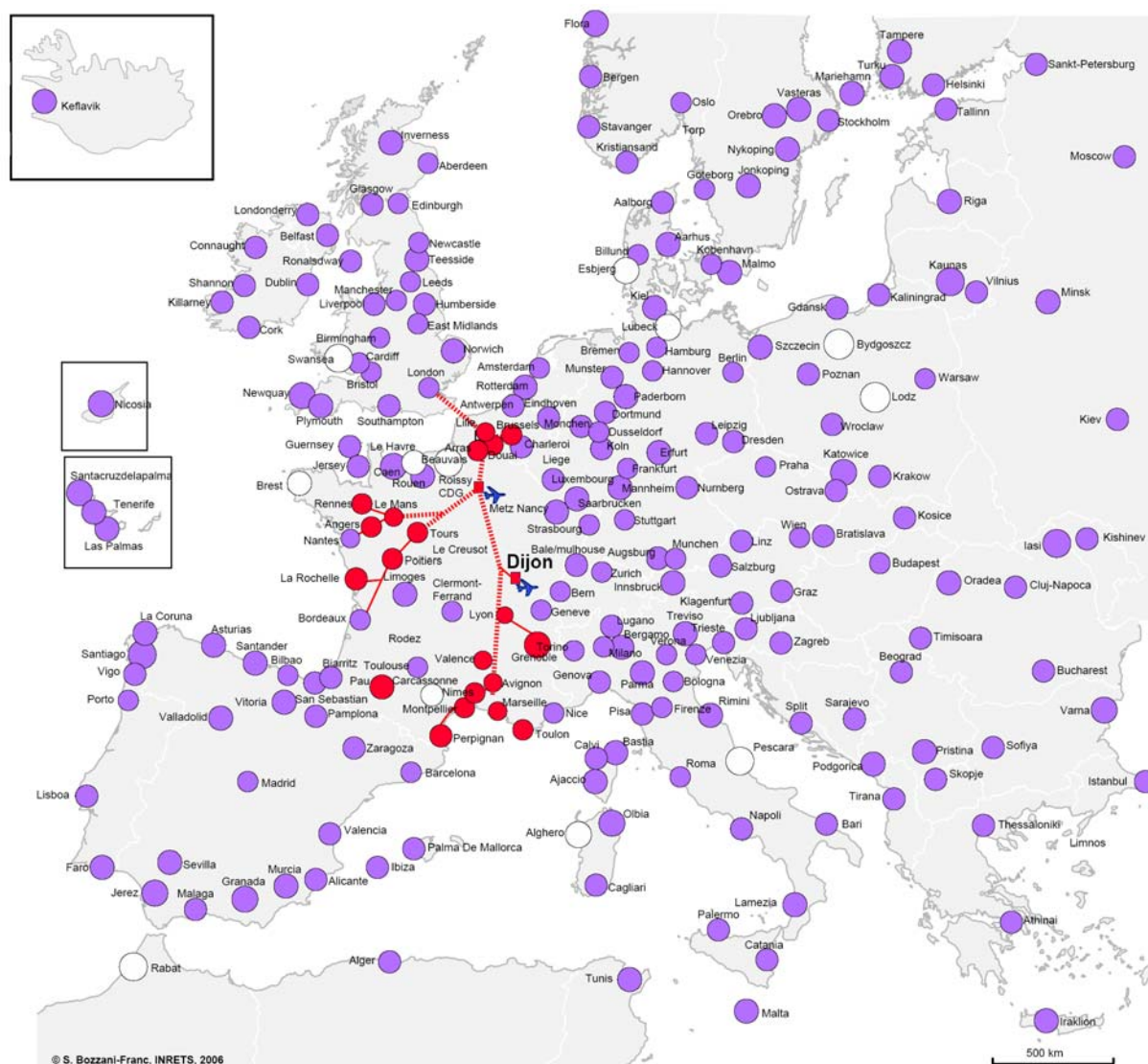
Ainsi, par rapport à Lille, Lyon, Nantes ou Rennes on choisit de ne s'intéresser qu'à l'analyse de la performance temporelle des chaînes avec la mesure des premiers départs et d'un départ 7h00. En effet, l'analyse de l'offre aérienne n'a guère de sens puisque en 2003, les vols directs au départ de Dijon ne sont qu'au nombre de deux vers Clermont-Ferrand :

Horaire – Destination	Heure de départ	Heure D'arrivée
Clermont-Ferrand	11h10	11h55
	19h40	20h25

Tableau 17 : Vol direct au départ de l'aéroport de Dijon

Ce tableau nous permet de nous interroger sur la performance spatio-temporelle de la chaîne multimodale au départ de Dijon. L'analyse de l'accessibilité multimodale au départ de Dijon vise donc au calcul des chemins minimaux horaires à partir de deux mesures, celle des premiers départs et celle d'un départ à 7h00, selon les conditions

définies au préalable. L'image de l'accessibilité produite par la mesure opérée sur les premiers départs est la suivante :



Système multimodal :

- Aéroport de Dijon et de Roissy CDG
- Gares de Dijon et de Roissy CDG
- Ligne ferroviaire à grande vitesse
- TGV circulant sur une ligne ferroviaire classique

Heure d'arrivée :

- 7h00
- 9h00
- 11h00
- 14h00
- 19h00
- 23h00

Modes de transport empruntés :

- TGV
- TGV + Avion
- Avion
- Avion = TGV + Avion

Carte 52 : Accessibilité de Dijon, les 1ers départs*

(*Heure de départ du 1er TGV 6h30, Heure de départ du 1er avion 11h10)

Tout d'abord, on note que la performance temporelle des TGV s'exerce aussi bien sur les villes situées sur des LGV que sur des villes qui sont en prolongement de LGV sur lignes classiques : Grenoble, Montpellier, Perpignan, Toulon, Rennes, Angers ou encore Poitiers, La Rochelle et Pau.

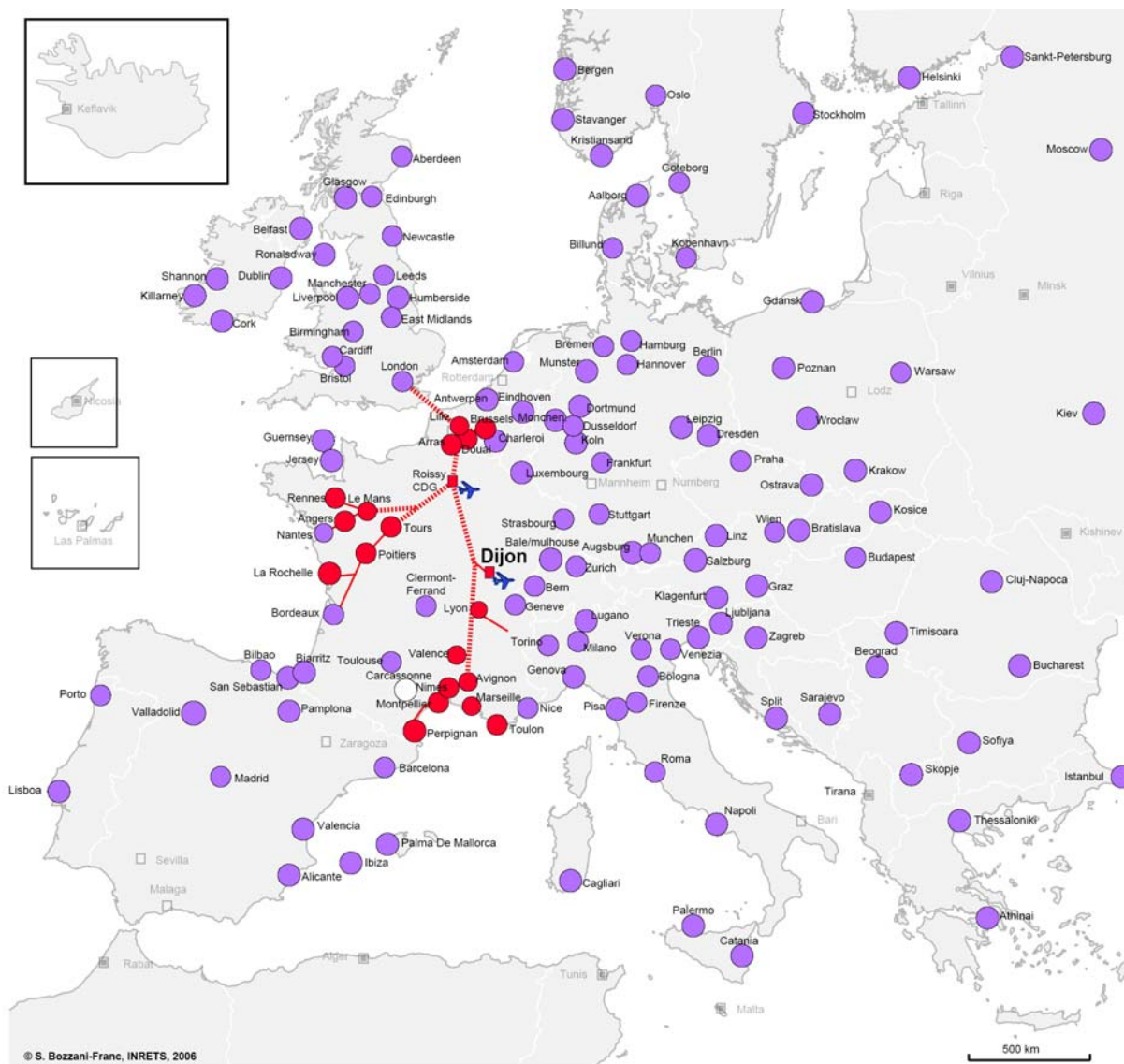
La deuxième observation touche à la performance spatio-temporelle des dessertes reposant sur l'articulation du TGV et de l'aérien. En effet, le premier départ de TGV à 6h30 en direction de Lille s'arrête à Roissy CDG à 8h21. Ainsi, l'utilisateur est en mesure de prendre tous les vols au départ de Roissy à partir de 9h06, ce qui comme le montre la carte, permet à l'utilisateur dijonnais de rejoindre les principales villes européennes considérées dans notre analyse. La chaîne aérienne, même si le premier vol est à 11h10, est présente dans des conditions équivalentes à l'articulation aéro-ferroviaire.

Comme pour Nantes ou Rennes, le bénéfice du lien au hub s'exprime, mais cette fois le lien se fait par le TGV.

L'introduction de la limite de l'heure d'arrivée à 14h00 pour supprimer les dessertes trop longues, réduit le nombre de villes atteignables à 138 villes. Même si un certain nombre de capitales et de grandes villes disparaissent ce nombre reste important ; seulement 20 destinations ne sont plus accessibles dans le Sud ou l'Est de l'Europe.

La performance de la chaîne ferroviaire reste inchangée, on note seulement la disparition de Grenoble et celle de Pau.

A partir de cette deuxième carte, on peut réaffirmer l'importance du lien TGV vers Roissy qui permet à l'agglomération dijonnaise de se projeter à l'échelle de l'Europe et d'avoir une ouverture comparable à celle des plus grandes agglomérations françaises.



Système multimodal :

- Aéroport de Dijon et de Roissy CDG
- Gares de Dijon et de Roissy CDG
- Ligne ferroviaire à grande vitesse
- TGV circulant sur une ligne ferroviaire classique

Heure d'arrivée :

- 7h00
- 9h00
- 11h00
- 14h00

Villes non desservies :

- Capitale
- Ville de plus de 500 000 habitants

Modes de transport empruntés :

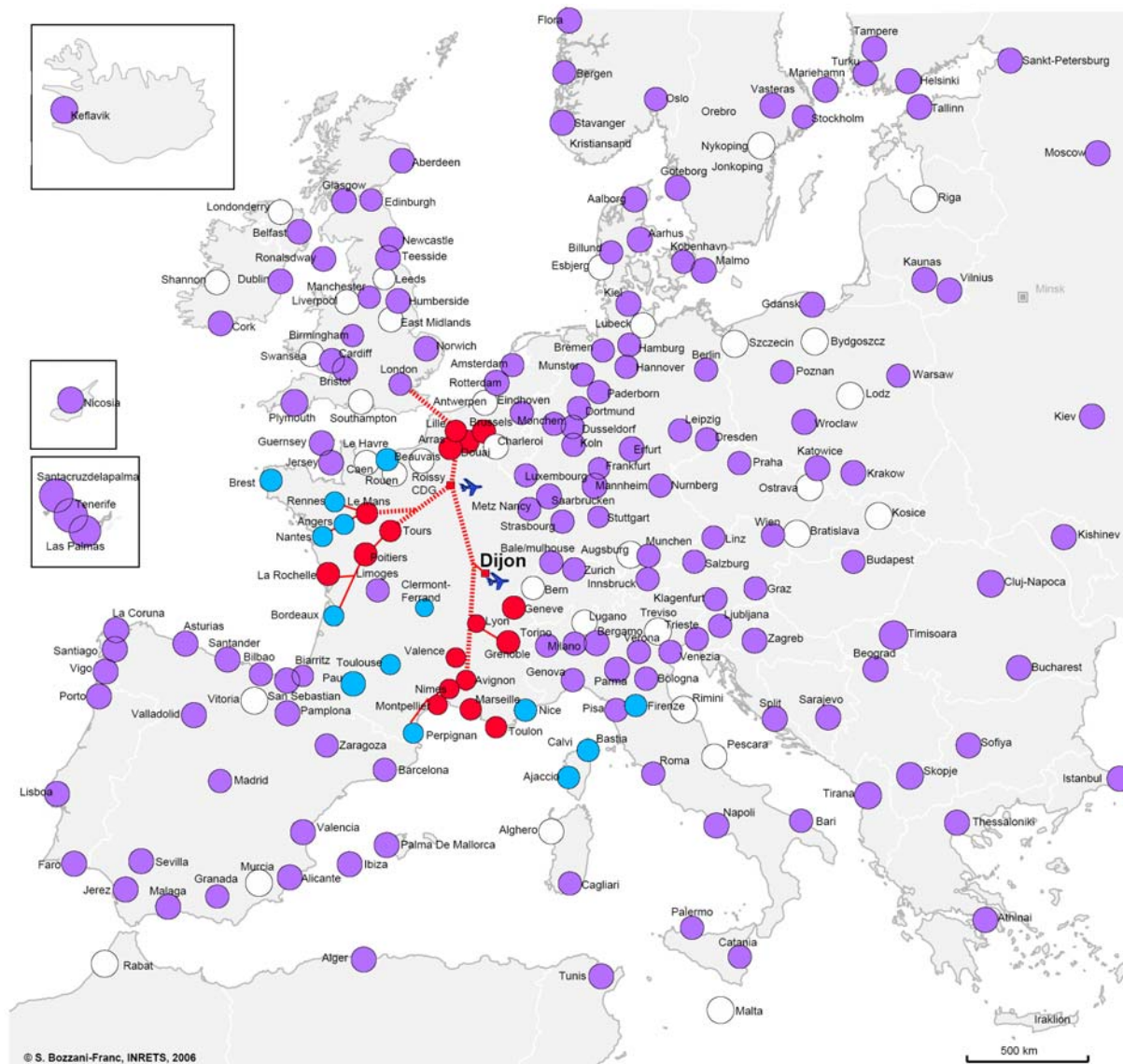
- TGV
- TGV + Avion
- Avion
- Avion = TGV + Avion

Carte 53 : Accessibilité de Dijon, les 1ers départs, avec une limite de l'heure d'arrivée à 14h00*

(*Heure de départ du 1er TGV 6h30, Heure de départ du 1er avion 11h10)

On décide alors d'inclure le même indicateur pour un départ à 7h00 afin de comparer cette accessibilité à celle des premiers départs. Comme on peut le voir, sur la carte ci-dessous, la représentation est transformée par la performance de l'aérien qui apparaît dans la desserte nationale et européenne (avec Florence).

L'articulation du TGV et de l'aérien contribue toujours autant à l'accessibilité de Dijon.



Système multimodal :

- Aéroport de Dijon et de Roissy CDG
- Gares de Dijon et de Roissy CDG
- Ligne ferroviaire à grande vitesse
- TGV circulant sur une ligne ferroviaire classique

Heure d'arrivée :

- 7h00
- 9h00
- 11h00
- 14h00
- 19h00
- 23h00

Villes non desservies :

- Capitale
- Ville de plus de 500 000 habitants

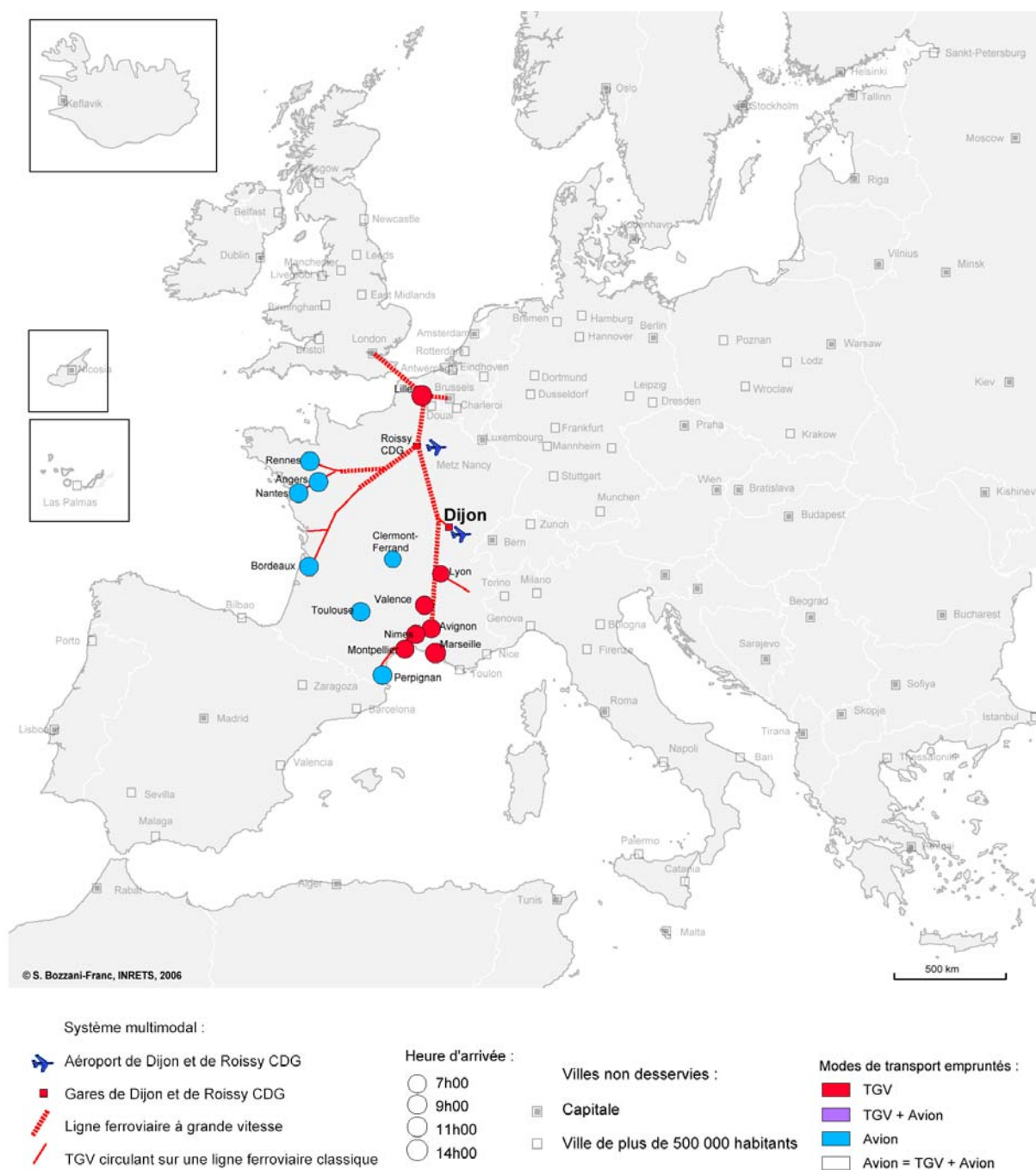
Modes de transport empruntés :

- TGV
- TGV + Avion
- Avion
- Avion = TGV + Avion

Carte 54 : Accessibilité multimodale dijonnaise, pour un départ de Dijon à 7h00

On voit également que le ferroviaire garde la même zone de pertinence.

L'introduction d'un seuil à 14h00 pour l'arrivée, modifie radicalement l'ouverture de Dijon, qui se limite alors à l'espace national et à 15 destinations.



Carte 55 : Accessibilité multimodale dijonnaise, pour un départ de Dijon à 7h00 et une arrivée avant 14h00

Seules les chaînes ferroviaire et aérienne permettent à Dijon de développer son accessibilité, mais selon une zone de pertinence qui se rétrécit. En effet, le TGV ne permet plus aucune desserte à l'Ouest, l'essentiel des dessertes se concentrant dans le Sud.

La performance temporelle de l'aérien s'exprime quant à elle grâce au vol de 11h10 à destination de Clermont-Ferrand qui permet ensuite des correspondances vers Rennes, Nantes, Angers, Bordeaux, Toulouse et Perpignan.

Dijon, une ouverture métropolitaine inachevée

L'analyse de l'accessibilité multimodale entreprise ici permet d'inscrire Dijon dans une dynamique métropolitaine. En effet, les mesures des premiers départs et d'un départ à 7h00 montrent que l'accessibilité de la ville à l'échelle européenne est significative. C'est la performance spatio-temporelle d'un seul TGV articulé ensuite à l'aérien, qui est responsable de l'essentiel des performances de l'agglomération dijonnaise. En revanche, lorsqu'on s'inscrit dans la perspective d'un départ à 7h00, l'accessibilité est modifiée et l'on voit que l'offre aérienne trouve une zone de pertinence dans la desserte nationale. Cependant, la chaîne intermodale reste prédominante. L'insertion d'un seuil temporel dans l'heure d'arrivée (fixé avant 14h00) modifie la représentation et la performance de l'articulation aéro-ferroviaire s'efface ; seules subsistent les chaînes ferroviaire et aérienne pour une accessibilité qui devient exclusivement nationale et ne permet pas à Dijon une ouverture d'envergure européenne.

Au terme de cette analyse, nous sommes en mesure de conclure sur le fait que, comme dans le cas lillois, l'introduction de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse modifie considérablement les visions monomodales proposées jusqu'ici, en illustrant la contribution de l'intermodalité à l'accessibilité de Dijon.

Ainsi, les résultats obtenus permettent d'avancer des éléments de réponse sur la fonction de porte qu'exerce l'agglomération dijonnaise. Il paraît possible d'attribuer ce rôle à la ville et de souligner l'importance dans l'ouverture dijonnaise du lien ferroviaire vers le hub de Roissy CDG. Néanmoins, on doit également souligner que cette ouverture s'effectue par un seul lien dans des conditions de temps de parcours raisonnables ; aussi aujourd'hui, l'ouverture métropolitaine de Dijon apparaît inachevée.

Si on se replace dans le projet de l'espace métropolitain Rhin-Rhône et les objectifs affichés pour cet espace, on peut s'interroger sur la diffusion de l'accessibilité aux autres villes et sur les conséquences spatio-temporelles que produira la réalisation de la LGV Rhin-Rhône sur le rayonnement de cet espace.

1.2.3 Evaluation de la mise en place d'une relation ferroviaire à grande vitesse entre Roissy CDG et les gares de Metz et Nancy

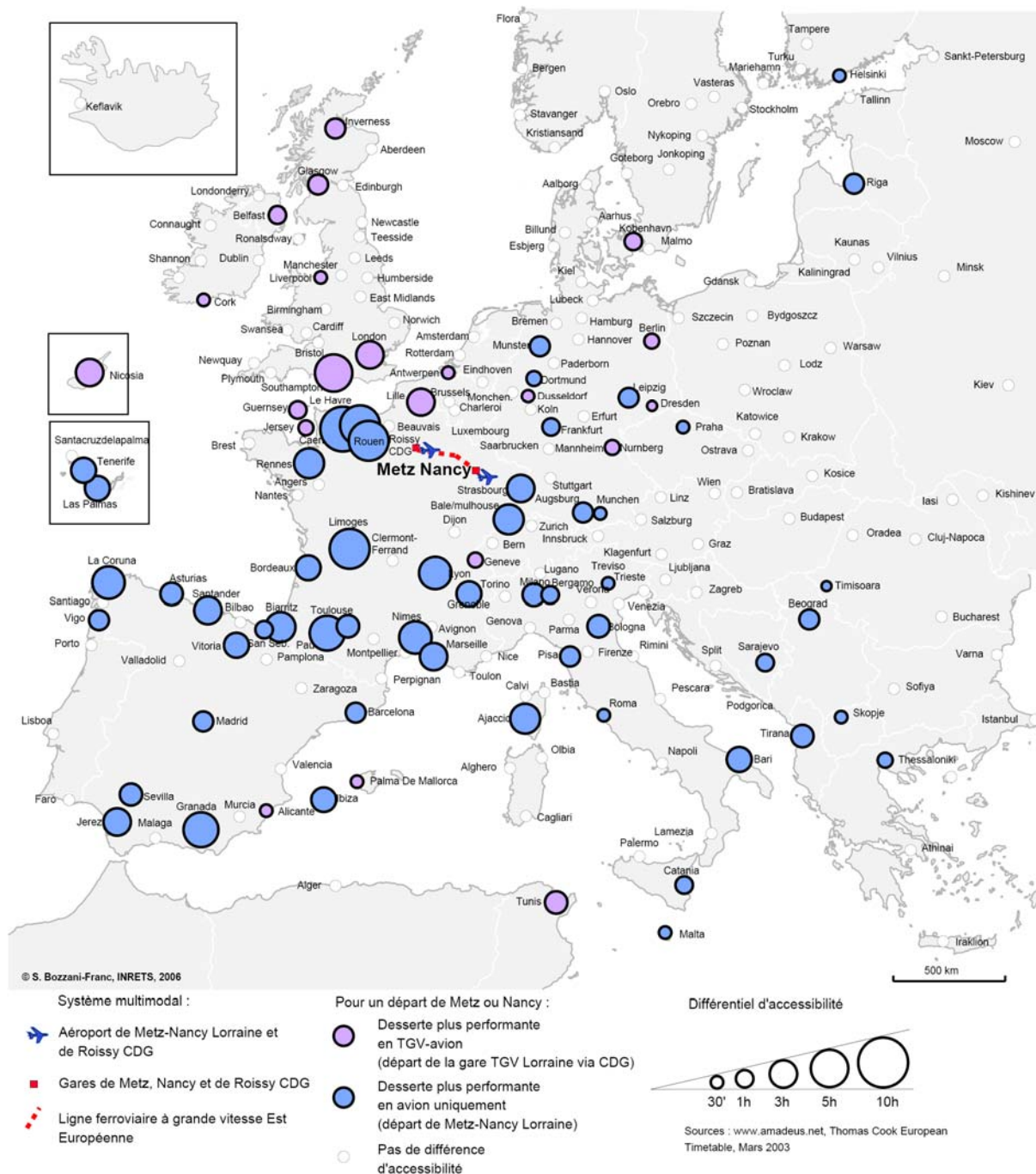
L'espace métropolitain du Sillon Lorrain traité au chapitre 8, soulève un certain nombre de questionnement, du point de vue de sa structuration actuelle mais aussi vis-à-vis de la mise en service prochaine (en juin 2007) de la LGV Est européenne. Aussi, l'introduction du ferroviaire à grande vitesse interroge sur l'ouverture métropolitaine du Sillon Lorrain. L'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse peut-elle renforcer l'ouverture actuelle ?

Pour répondre à ce questionnement, la démarche proposée s'inscrit dans l'analyse prospective. Elle consiste à simuler la mise en service de la LGV Est entre les gares de Metz et Nancy vers Roissy CDG avec l'introduction d'une seule offre horaire TGV et sur cette relation uniquement. De plus, l'offre aérienne existante n'est pas modifiée. Aussi, la mesure conduit à l'analyse de la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse et permet également d'exprimer la différence de performance entre deux chaînes : la chaîne aérienne au départ de l'aéroport de Metz-Nancy Lorraine et la chaîne intermodale au départ des gares de Metz et Nancy vers l'aéroport de Roissy CDG.

La mesure est faite à partir de l'indicateur d'accessibilité des premiers départs. La carte suivante établit la comparaison des deux chaînes considérées, basée sur la différence des durées de transport.

Ainsi, les résultats proposent de comparer les performances des chaînes aérienne (en bleu) et intermodale (en violet) ; les cercles blancs représentent une égalité des performances. On observe la performance de la chaîne intermodale dans le Nord et l'Est de l'Europe avec une concentration en Grande Bretagne. La chaîne aérienne reste néanmoins la plus efficace, particulièrement en France et en Espagne. En rapportant ces résultats à l'analyse effectuée sur Lille, un certain nombre de constats peuvent être établis.

Bien qu'il dispose d'un trafic deux fois supérieur à celui de Metz-Nancy Lorraine, l'aéroport lillois n'atteint pas la même performance. En effet, dans le cas lillois, la mise en service de la LGV Nord a conduit à une réorganisation de l'offre aérienne avec notamment la suppression des liaisons aériennes entre Lille et Paris.



Carte 56 : Apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse et performance comparée des chaînes au départ de Metz et Nancy

L'hypothèse peut alors être émise pour Metz-Nancy selon laquelle la mise en service de la LGV Est Européenne va réorganiser l'offre aérienne et supprimer certains liens dont ceux à la capitale. Aussi, si on rapporte ces résultats au territoire, la modification de la structure modale agit sur l'ouverture métropolitaine et renvoie à une géographie des grandes vitesses où le TGV vient bouleverser la structure modale initiale. L'hypothèse est que l'arrivée du TGV vient destabiliser l'offre aérienne et par conséquent l'accès à certaines villes. Dans une telle perspective, la

réorganisation de l'offre aérienne de l'espace interne conduit à un renforcement de cette même ouverture basée sur un équipement externe et sur le lien ferroviaire à grande vitesse vers cet équipement. L'ouverture métropolitaine, basée exclusivement sur une logique d'équipement interne, a donc de moins en moins de sens. Ce raisonnement, ramené à l'espace métropolitain du Sillon Lorrain, met en avant l'idée, avec l'arrivée du TGV Est, d'un renforcement de la mise en réseau autour des équipements externes vers l'aéroport de Roissy mais aussi celui du Luxembourg, accroissant la dépendance aux équipements externes pour l'ouverture.

Conclusion : D'une logique monomodale à une logique multimodale qui illustre l'ouverture métropolitaine

Dans ce premier point, nous sommes partie de l'hypothèse qu'une ville sans posséder d'équipements considérés comme des outils de l'ouverture métropolitaine pouvait trouver des moyens pour exercer son rayonnement et s'inscrire comme tête de réseau dans un espace métropolitain. Dans cette perspective, on a mobilisé plusieurs indicateurs et questionné plusieurs villes dans une logique d'analyse multimodale du système des grandes vitesses.

On a proposé premièrement de tester les indicateurs retenus dans l'analyse de l'accessibilité multimodale de Lille. Autour du questionnement suivant : Une ville, qui ne possède pas d'aéroport de dimension internationale mais qui dispose d'un accès ferroviaire rapide à un tel équipement, peut-elle être considérée comme éligible au rang de métropole du point de vue de critères d'accessibilité ?

Nous avons pu établir que Lille pouvait effectivement être éligible au rang de métropole, du point de vue des critères d'accessibilité définis, bien qu'elle n'ait pas d'aéroport d'envergure internationale. Ainsi, on a illustré la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse tout en soulignant la performance des chaînes monomodales aérienne et ferroviaire dans l'évaluation de la qualité spatio-temporelle de l'offre multimodale du système des grandes vitesses. De fait, cette première démonstration nous a permis d'apporter des éléments de réponse à notre hypothèse de départ.

Toutefois, avant de valider cette hypothèse on s'est interrogé sur la possibilité de transposer les enseignements du cas lillois à d'autres agglomérations françaises avec cette fois un développement partiel des indicateurs retenus pour Lille, en testant l'efficacité de l'articulation du ferroviaire et de l'aérien pour une ouverture métropolitaine de chacune de ces villes.

A partir d'ici deux indicateurs suffisamment expressifs pour répondre à nos objectifs ont été retenus : l'analyse des relations et la mesure de la performance spatio-temporelle de l'offre multimodale de transport. Ces analyses ont été développées sur deux espaces métropolitains : Loire-Bretagne (avec la mesure de l'ouverture

métropolitaine de Nantes et de Rennes) et Rhin-Rhône (avec l'étude du rayonnement de l'agglomération dijonnaise).

Dans l'analyse de l'espace métropolitain Loire-Bretagne, on s'est interrogé sur le niveau de rayonnement de cet espace, en posant dès le départ trois cas de figure possibles : aucune ville considérée ne permet l'ouverture européenne de l'espace Loire-Bretagne, seulement une des deux villes contribue cette ouverture ; les deux villes considérées peuvent contribuer au rayonnement de l'espace Loire-Bretagne.

La première analyse mesurant l'offre aérienne au départ des aéroports de Nantes Atlantique et de Rennes Saint-Jacques, nous a permis de montrer les bénéfices des liens aux hubs. Dans un deuxième temps, l'accessibilité multimodale a été analysée par le recours à des indicateurs d'accessibilité horaire.

Dans le cas des premiers départs, la performance temporelle de la chaîne aérienne est confirmée, pour Nantes comme pour Rennes. Dans le cas d'un départ à 7h00, c'est l'articulation du ferroviaire et de l'aérien qui est la plus performante.

Ainsi, l'articulation du TGV et de l'aérien devient pertinente, en l'absence d'une offre aérienne vers un ou plusieurs hub(s). La contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse ne se fait cependant pas de manière optimale, car avec l'introduction d'une limite dans l'heure d'arrivée (fixée à 14h00) Rennes comme Nantes ont une ouverture limitée, assurée essentiellement par la performance des chaînes monomodales ferroviaire et aérienne.

Au terme de cette analyse de l'espace métropolitain Loire-Bretagne, Nantes et Rennes bénéficient d'une ouverture métropolitaine équivalente. L'intérêt d'un raisonnement multimodal est démontré et soulève de nouvelles questions sur les effets d'une amélioration du lien ferroviaire entre Nantes, Rennes et Roissy CDG, ainsi que les effets d'une modification de l'offre de ferroviaire sur l'offre aérienne en direction du hub parisien.

Dans l'analyse de l'espace métropolitain Rhin-Rhône et toujours avec l'objectif de transposer les méthodes du cas lillois, nous choisissons l'analyse de l'ouverture métropolitaine de Dijon en plaçant cette ville non pas comme une métropole mais comme une ville exerçant la fonction de porte dans l'ouverture métropolitaine de l'espace de coopération auquel elle appartient.

Ainsi, les résultats montrent une performance et une contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à l'ouverture métropolitaine de Dijon, sans effacer la pertinence des chaînes monomodales en fonction des indicateurs retenus. Cependant, la limite fixée pour les temps de parcours réduit sensiblement l'accessibilité de Dijon, mais qui bénéficie toutefois largement de la présence de la liaison ferroviaire vers le hub de Roissy CDG. Si le ferroviaire et l'articulation du TGV et de l'aérien apparaissent comme les éléments fondamentaux de l'ouverture métropolitaine de l'agglomération dijonnaise, on peut s'interroger sur la diffusion de ces performances au reste de l'espace Rhin-Rhône.

En définitive, l'analyse de ces trois espaces métropolitains nous a permis de répondre à notre questionnement initial sur le fait qu'une ville puisse être éligible au rang de métropole sans disposer des équipements considérés comme essentiels à son ouverture. De plus, pour des villes principales d'espaces métropolitains l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse peut jouer un rôle complémentaire à l'aéroport pour l'ouverture internationale, à condition de disposer d'un lien direct à la plate-forme externe.

En effet, on a montré pour Lille comme pour Dijon, la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse dans le rayonnement de ces deux espaces. On a également montré la pertinence de la chaîne intermodale pour Lyon, Nantes et Rennes, mais dans une moindre mesure. L'analyse multimodale nous a amené à souligner l'importance du positionnement horaire de certaines liaisons, mettant aussi en évidence les bénéfices des liens aériens ou ferroviaires vers les hubs.

On peut alors s'interroger sur l'ouverture des pôles secondaires des espaces métropolitains et se demander si les liens établis avec les villes « têtes de réseau », leur conférant une ouverture métropolitaine comparable. Cette question est l'objet du point suivant.

2. Quelle ouverture pour les polarités secondaires des espaces métropolitains ?

Dans le cadre de notre problématique nous introduisons ici l'hypothèse selon laquelle une polarité secondaire d'un espace métropolitain pourrait posséder une ouverture métropolitaine de même niveau que « la tête de réseau » de cet espace. Afin de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse, on choisit de cibler le propos sur trois villes : Arras désignée comme polarité secondaire de l'espace métropolitain lillois ; Valence puis Grenoble considérées comme des polarités secondaires dans l'espace métropolitain lyonnais.

Comme dans la première partie de l'analyse, ces villes feront l'objet d'une mesure de la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à leur rayonnement. Ainsi, on mobilise l'indicateur d'accessibilité horaire qui va nous permettre de calculer les chemins minimaux horaires à partir d'une heure de départ de référence. On ne retient ici que la mesure des premiers départs, dans le contexte d'un usager qui se plie à la structure de l'offre de transport. Les autres conditions retenues dans l'analyse de la performance spatio-temporelle du système des grandes vitesses restent inchangées.

2.1 Arras, une polarité secondaire qui trouve l'ouverture à l'extérieur de son espace métropolitain

Pour Arras, on fait le postulat que cette polarité secondaire de la région métropolitaine lilloise va chercher son ouverture à l'extérieur de l'espace auquel elle appartient ; c'est pourquoi on va questionner la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse à son ouverture. La position qu'occupe Arras en dérivation sur la LGV Nord, nous incite à envisager l'ouverture de cette agglomération au bénéfice de l'offre ferroviaire à grande vitesse vers Roissy CDG. Dans l'analyse de l'accessibilité multimodale des premiers départs, deux chaînes de transport sont prises en compte :

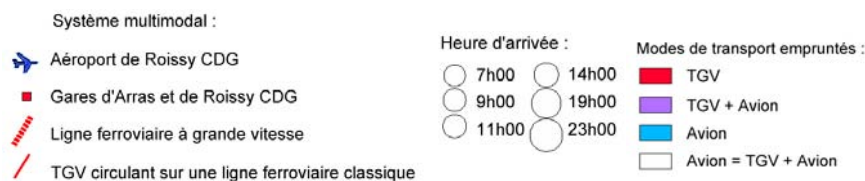
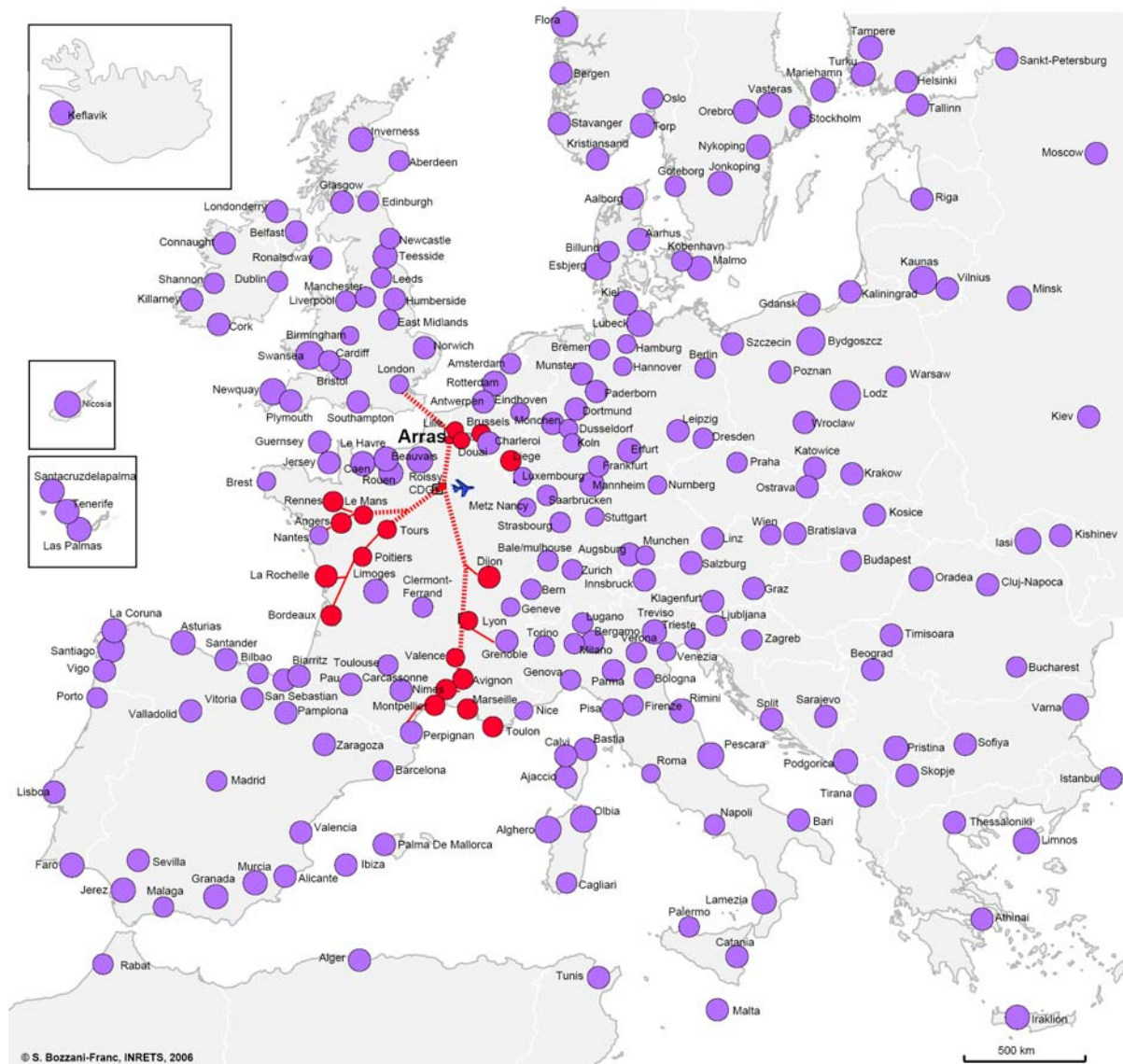
- la chaîne monomodale du TGV au départ de la gare d'Arras à destination de la France mais aussi vers la Grande Bretagne et la Belgique,

- la chaîne intermodale qui combine les TGV au départ de la gare d'Arras et les vols au départ de Roissy CDG.

On rappelle ici qu'aucune condition n'est fixée dans la combinaison des modes et le nombre de correspondances. La seule contrainte est le temps de connexion de 45 minutes qu'on impose avant chaque départ de vol.

L'accessibilité multimodale d'Arras qui figure sur la carte suivante, nous montre nettement les bénéfices du lien ferroviaire au hub majeur de Roissy CDG, comme on l'a montré précédemment pour Lille. La performance spatio-temporelle de la chaîne ferroviaire permet de renforcer l'idée d'une modification du raisonnement espace-temps et de la zone de concurrence des modes.

En comparaison des résultats obtenus par Lille, le nombre de villes atteignables est équivalent (234 destinations), aussi, il semble possible à la vue des résultats de cet indicateur de confirmer dans le cas de l'agglomération arrageoise, qu'une polarité secondaire peut bénéficier de possibilités d'ouverture équivalentes à celle de la « tête de réseau » de l'espace métropolitain auquel elle appartient.



Carte 57 : Accessibilité d'Arras, les 1ers départs*

(*Heure de départ du 1er TGV 6h36)

Toutefois, dans le contexte où les deux villes, Lille et Arras, vont chercher leur ouverture à l'extérieur de leur espace métropolitain, à Roissy CDG, il faut compléter cette analyse pour pouvoir valider notre hypothèse de départ.

Pour cela, on choisit de répéter l'exercice sur deux autres villes qualifiées de polarités secondaires, cette fois dans la région métropolitaine de Lyon.

2.2 Valence et Grenoble

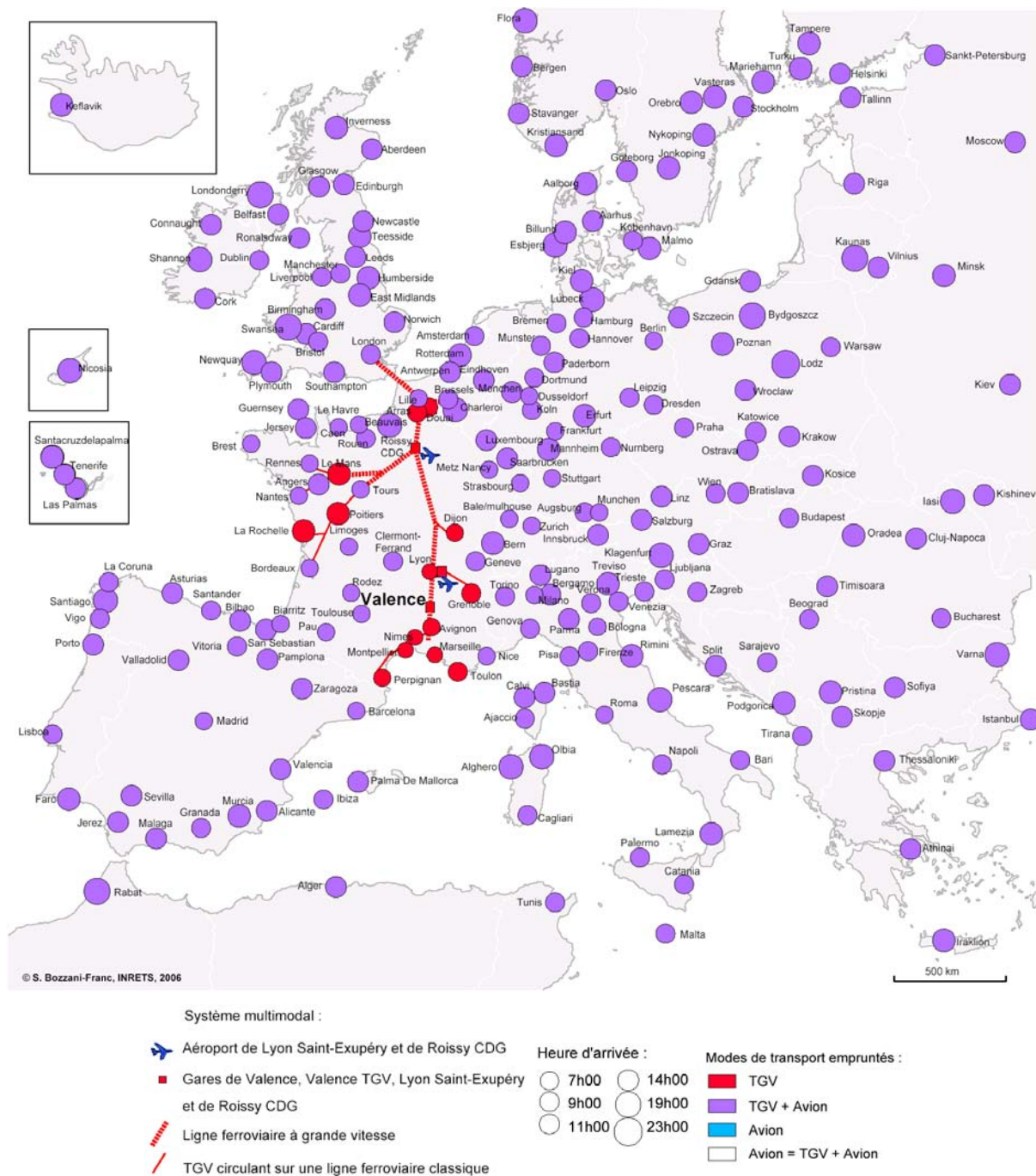
Dans le même contexte que pour Arras, on s'interroge sur l'ouverture métropolitaine et l'accessibilité multimodale de Valence et de Grenoble. Contrairement à Valence que l'on qualifie de polarité secondaire dès le départ, le cas de Grenoble peut être discuté. En effet, Grenoble apparaît comme « tête de réseau » du projet Sillon Alpin englobé dans espace métropolitain plus vaste centré autour de Lyon, aussi, on choisit ici de traiter l'agglomération grenobloise comme une polarité secondaire de Lyon.

Par rapport aux mesures effectuées jusqu'ici, Valence comme Grenoble, bénéficient de deux systèmes aéroportuaires connectés au TGV, aux niveaux de Roissy CDG et de Lyon Saint-Exupéry.

Comme pour Arras, on mobilise l'indicateur d'accessibilité horaire basé sur les premiers départs qui nous permettra d'évaluer l'ouverture de ces polarités secondaires, mais aussi la contribution de l'intermodalité à cette ouverture avant de comparer les deux sites. Pour Valence, on aura deux chaînes à analyser et trois pour Grenoble en raison de la présence d'un aéroport.

Dans le cas de Valence, la mesure de l'accessibilité à partir des premiers départs permet d'établir que la ville est en mesure de rayonner bien au-delà de l'échelle nationale. Aussi, l'image renvoyée par la carte permet d'inscrire Valence comme une polarité secondaire à l'accessibilité externe étendue en raison des liens ferroviaire à grande vitesse qu'elle entretient avec la « tête de réseau » de la région métropolitaine à laquelle elle appartient et particulièrement avec l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry.

Le premier départ en TGV de Valence, à 6h13, est à destination de Lyon Saint-Exupéry, arrivée 6h42. Ce TGV permet à l'utilisateur en provenance de Valence de prendre n'importe quel vol au départ de Lyon à partir de 7h27, même si les vols à destination de Roissy ont déjà décollé et qu'il faut attendre 9h10 pour le vol suivant vers Roissy. Entre 7h27 et 9h10, on compte une trentaine de vols à destination de villes qui vont ensuite permettre un grand nombre de correspondances : Francfort, Munich, Düsseldorf, Milan, Madrid, Rome, Berlin, Zurich, Nice, Barcelone ou encore Orly.

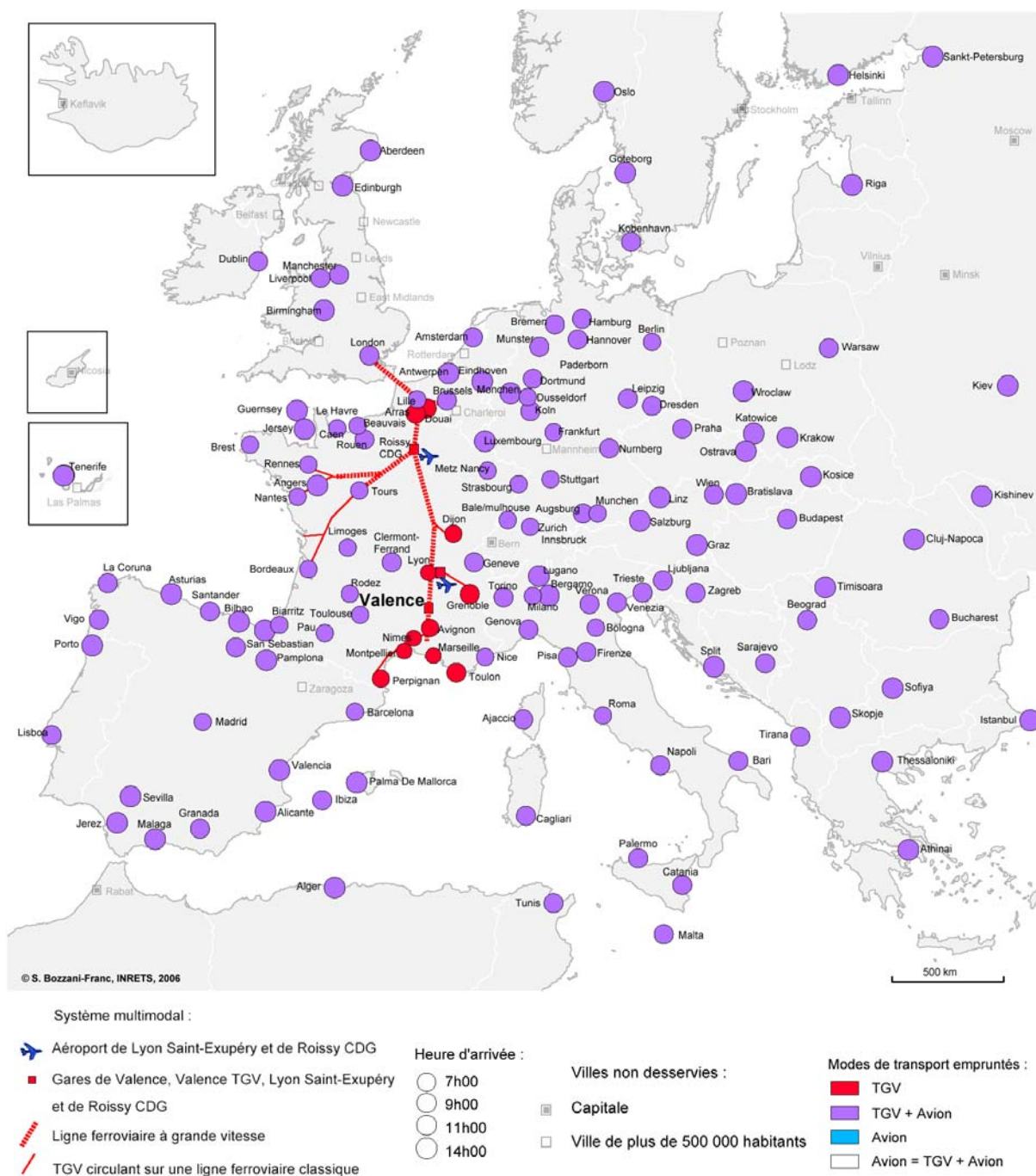


Carte 58 : Accessibilité de Valence, les 1ers départs*

(*Heure de départ du 1er TGV 6h13)

En incluant une limite d'arrivée à 14h00, on réduit le nombre de villes atteignables notamment dans le Nord et l'Est de l'Europe mais l'accessibilité de Valence reste importante. La performance de la chaîne TGV est réduite dans la desserte des villes de l'Ouest avec la perte du Mans, de Poitiers ou encore de La Rochelle. La contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse, comme dans le cas d'Arras, est très importante pour Valence puisque ces deux villes n'ont pas

d'aéroports. On doit alors réaffirmer le bénéfice du lien ferroviaire rapide vers un ou plusieurs hub(s) aéroportuaire(s).



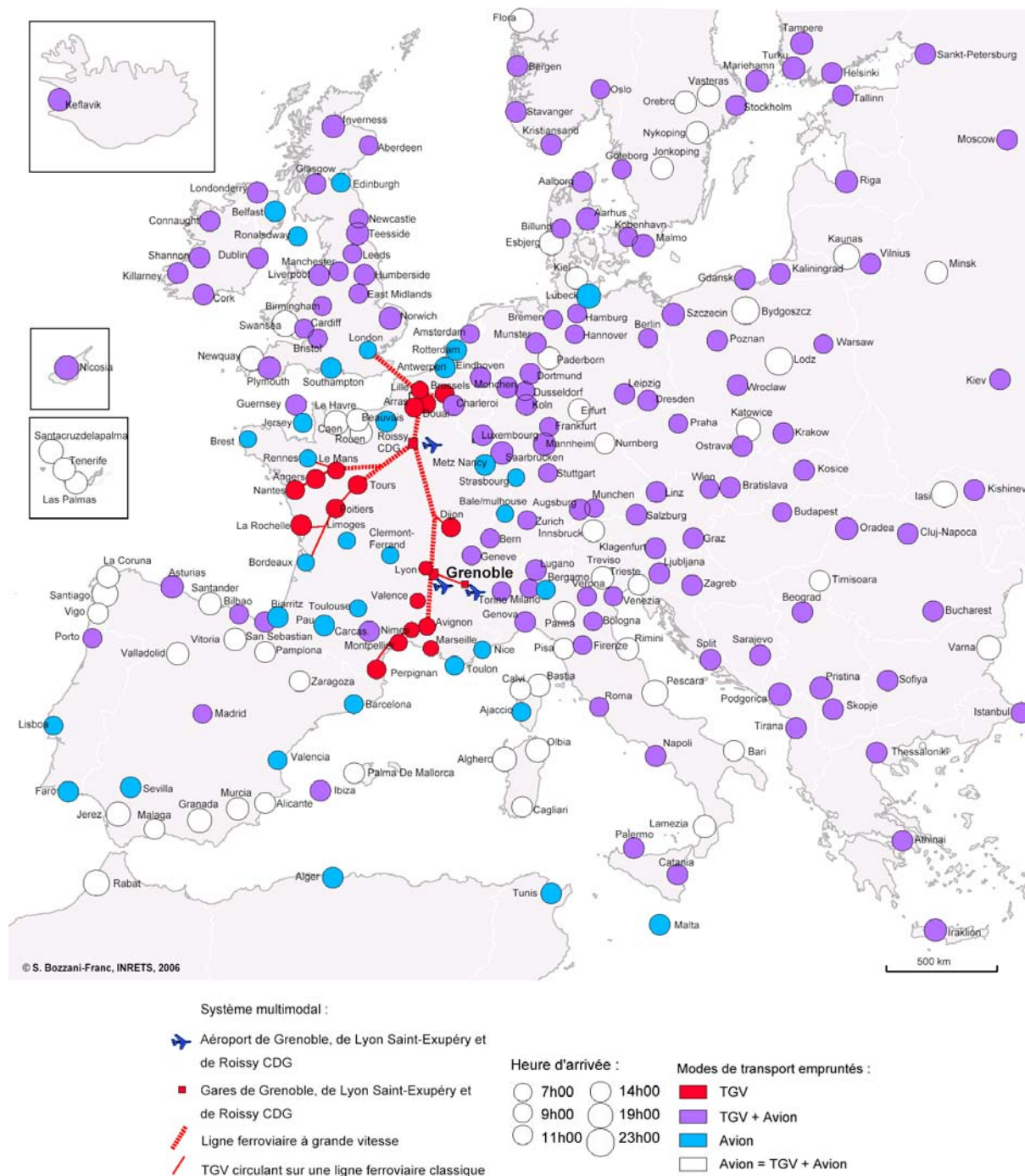
Carte 59 : Accessibilité de Valence, les 1ers départs et une arrivée avant 14h00*

(*Heure de départ du 1er TGV 6h13)

Si on passe maintenant à l'analyse de l'ouverture grenobloise qui comprend l'analyse de trois chaînes de déplacements et la connexion par TGV aux deux systèmes aéroportuaire français, on voit nettement apparaître la zone de pertinence de chaque chaîne considérée, avec une égalité de performance pour la chaîne aérienne et la chaîne intermodale.

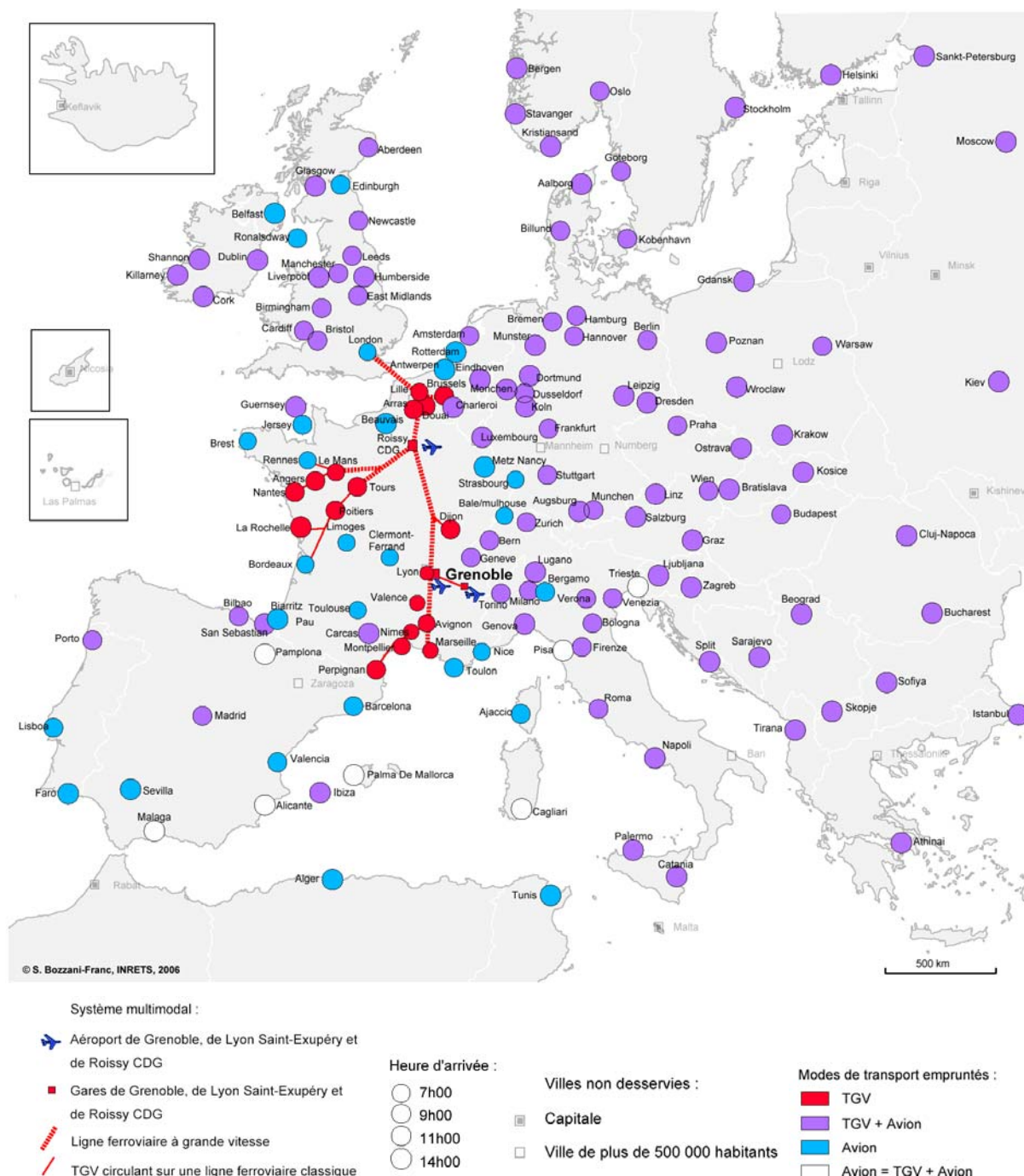
Ainsi, se dessine une zone de pertinence du TGV autour des villes de la grande vitesse ferroviaire et des villes en prolongement de ces lignes.

L'avion est, quant à lui, performant sur une trentaine de destinations, le premier vol au départ de Grenoble étant à destination de Paris Orly, il assure l'essentiel des correspondances ensuite, puisque entre 6h30 et 10h15 aucun autres vols ne décolle de l'aéroport.



Carte 60 : Accessibilité de Grenoble, les 1ers départs*
 (*Heure de départ du 1er TGV 5h00, Heure de départ du 1er Avion 6h30)

La performance de l'articulation s'explique comme pour Valence par la présence d'un TGV se connectant à l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry, avec un départ de Grenoble à 6h41 pour une arrivée à la gare de l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry à 7h48. La combinaison du TGV et de l'aérien permettent ensuite d'atteindre 120 villes européennes pour une seule desserte nationale vers Carcassonne.



Carte 61 : Accessibilité de Grenoble, les 1ers départs et une arrivée avant 14h00*. (*Heure de départ du 1er TGV 5h00, Heure de départ du 1er Avion 6h30)

Lorsqu'on insère une contrainte sur l'heure d'arrivée (toujours fixée à 14h00), on constate une réduction du nombre de villes atteignables. Ce sont majoritairement les

villes qui étaient accessibles par avion ou par la combinaison du TGV et de l'avion qui disparaissent : il ne reste que 7 destinations sur les 55 initiales. Ainsi, globalement 147 villes restent atteignables, ce qui ne permet pas à l'agglomération grenobloise se distinguer de Valence, qui dans le même contexte, garde l'accès à 140 villes.

Valence, Grenoble...

Bien que Valence et Grenoble s'inscrivent différemment dans la région métropolitaine, elles constituent des lieux d'accessibilité métropolitaine. Dans l'évaluation de l'ouverture de ces deux villes, on a montré qu'il y avait finalement peu de différences dans le nombre de villes desservies. C'est au niveau des chaînes qui permettent d'atteindre ces villes que la plus grande différence se produit. En effet, pour Valence, le bénéfice de la chaîne intermodale est capital.

Entre 2003 et 2006, l'offre ferroviaire en direction de Lyon Saint-Exupéry n'a pas évolué dans le sens Valence – Lyon Saint-Exupéry, mais on a cherché à faciliter l'interconnexion depuis Valence⁶⁶² et Avignon. Dans le sens Lyon Saint-Exupéry – Valence l'offre a été modifiée avec un TGV en milieu de journée, renforçant le lien de Valence à l'aéroport lyonnais.

Pour Grenoble, les trois chaînes analysées dans leur domaine de pertinence ont montré une prédominance de l'articulation du TGV et de l'aérien efficace pour atteindre les 2/3 des destinations possibles et particulièrement à l'échelle européenne.

Cependant, la situation est ici plus complexe, car l'installation des compagnies Low Cost change la donne par rapport à 2003, qui est notre période de référence, l'aéroport de Grenoble St-Geoirs comptait moins de 10 vols directs vers Paris Orly et Londres Stansted. Aujourd'hui, l'offre est étendue et renforcée de manière saisonnière avec la mise en place du « programme hivernal »⁶⁶³ par des compagnies Low Cost dont Ryanair et Easyjet mais aussi par la compagnie major British Airways. Ainsi, à l'hiver 2006, l'offre aérienne va être développée avec un total de 18 vols directs (d'une fréquence de 3 à 7 par semaine), principalement vers le Nord et l'Est de l'Europe ; l'aéroport devenant petit à petit une véritable base Low Cost. Dans ce

⁶⁶² Cf. Annexe 15

⁶⁶³ <http://www.grenoble.aeroport.fr>

contexte, on peut alors s'interroger sur l'impact, à moyen terme, de la modification de l'offre aérienne sur l'accessibilité grenobloise, et de l'évolution de l'offre ferroviaire notamment avec un développement des liens ferroviaires vers l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry.

Conclusion : La diffusion du rayonnement aux polarités secondaires

La diffusion de l'accessibilité et de l'ouverture métropolitaine des « têtes de réseau » à leurs polarités contribue à inscrire ces villes dans des logiques métropolitaines.

Dans le cas d'Arras, on a montré une ouverture métropolitaine comparable à celle de l'agglomération lilloise. Les deux villes acquièrent une ouverture métropolitaine par la liaison TGV qui les relie à l'aéroport de Roissy CDG, qui leur permet une projection à l'échelle européenne.

Cependant, on doit insister sur le fait qu'on s'est basé sur une seule mesure, celle des premiers départs, et que le TGV qui quitte Arras à 6h36 est le même que celui qui quitte Lille à 5h59. Au-delà, l'évolution de l'offre ferroviaire au départ d'Arras au cours de la journée est différente de celle de Lille.

En effet, si l'offre matinale pour les départs et l'offre en soirée pour les retours sont bien positionnées sur la grille horaire, on sait néanmoins que toute l'offre au départ de Lille vers Roissy CDG ne dessert pas systématiquement Arras. Si on fait une comparaison du nombre des TGV en direction de Roissy CDG, on recense 8 TGV au départ d'Arras dont 5 entre 6h36 et 9h18, tandis que pour Lille le nombre de TGV en direction de Roissy est de 24, dont 7 entre 5h59 et 8h49. Ainsi, on peut alors s'interroger sur l'évolution de l'ouverture arrageoise au cours de la journée en posant comme l'hypothèse que l'accessibilité peut profondément varier au cours de la journée en fonction de l'offre disponible vers Roissy.

Cependant, dans le cas d'Arras et par rapport à notre hypothèse de départ, cette ville ne va pas chercher son ouverture externe auprès de Lille, « tête de réseau » de l'espace métropolitain auquel elle appartient, mais à l'extérieur de celui-ci en se connectant directement à Paris. Or l'ouverture arrageoise n'est permise que parce qu'un lien ferroviaire rapide a été créé entre Paris et Lille, incluant une desserte efficace d'Arras. On peut dire alors que son accessibilité dépend de Lille, sans toutefois passer par cette dernière.

Polarité secondaire de Lyon, le cas de Valence tranche avec celui d'Arras. Reliée par TGV non pas à un mais à deux systèmes aéroportuaires, l'analyse conduite sur la mesure des premiers départs nous permet d'affirmer que l'accessibilité multimodale de Valence résulte de la diffusion de l'ouverture aérienne lyonnaise par le TGV.

Si de plus, on considère le lien vers l'aéroport de Roissy CDG (6h20 -> 8h34 au départ de Valence TGV), on comprend que Valence, par sa position sur le réseau ferroviaire, est en mesure de décupler le nombre de villes atteignables.

Contrairement à Arras et à Valence, l'analyse du cas grenoblois réintroduit la pertinence de la chaîne aérienne, dans la mesure des premiers départs, même si la performance de la chaîne intermodale touche actuellement les 2/3 des destinations. Toutefois, on doit signaler les évolutions récentes et à venir dans l'offre aérienne au départ de Grenoble, susceptibles de modifier les conditions d'ouverture.

Dès lors, les conséquences d'une modification de l'offre aérienne sur le long terme, les effets de cette modification sur l'offre ferroviaire et l'évolution de l'ouverture métropolitaine de la ville peuvent être interrogés.

Les résultats obtenus pour Valence et Grenoble confirment notre hypothèse de départ selon laquelle une polarité secondaire d'un espace métropolitain peut disposer d'une ouverture et d'une accessibilité à la même échelle que la « tête de réseau » auquel elle appartient, même si l'intensité est différente, en nuancant toutefois le propos car si l'ouverture de Lyon se diffuse vers ses polarités, pour autant toute l'offre lyonnaise n'est pas accessible.

Malgré cette nance, on peut souligner la diffusion de l'accessibilité de la « tête de réseau » vers ses polarités et émettre l'idée qu'elle évolue fortement au cours de la journée, comme dans le cas d'Arras.

L'élément le plus important qui ressort de l'analyse est bien la mesure d'un degré d'ouverture européen d'Arras qui confère à cette polarité secondaire une possibilité de rayonner qui se situe au même niveau que celui de Lille.

C'est bien l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse qui permet cette performance spatio-temporelle qui n'aurait pas été permise autrement au départ d'Arras.

Dans l'organisation interne de l'espace métropolitain multipolaire transfrontalier du Nord-Pas-de-Calais, on observe donc l'existence d'une ouverture du réseau métropolitain ailleurs que dans la « tête de réseau ». Cet élément est de nature à soutenir le développement d'un réseau métropolitain multipolaire ; en effet, si nos mesures avaient mis à jour une absence d'ouverture à Arras. L'image produite aurait été celle d'un espace de second ordre associé à une « vraie » entité métropolitaine lilloise.

Le cas d'Arras nous permet de nous interroger sur un troisième cas de figure. En effet, si on considère qu'une polarité secondaire peut bénéficier d'une ouverture métropolitaine qu'elle va chercher à l'extérieur de son espace grâce à son inscription sur le réseau ferroviaire à grande vitesse, on peut alors poser une troisième hypothèse selon laquelle les villes localisées sur ce réseau, sans appartenir à des espaces métropolitains, peuvent s'inscrire dans des logiques métropolitaines et bénéficier d'une ouverture comparable à celle des métropoles.

3. Quelle ouverture pour les villes non inscrites dans un espace métropolitain ?

Ce troisième temps de l'analyse va s'intéresser à des villes non inscrites dans un des espaces métropolitains de l'appel à coopération, mais situées sur le réseau ferroviaire à grande vitesse, qui leur assure un lien rapide vers une ou plusieurs entités métropolitaines. On va chercher à mesurer ici le niveau d'ouverture de ces villes et le comparer à celui des métropoles. Il sera également question d'évaluer la pertinence de chaque chaîne de transport analysée et l'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse dans le rayonnement de ces villes.

Comme dans les deux premières parties de l'analyse, on mobilise l'indicateur d'accessibilité horaire dans le calcul des chemins minimaux horaires à partir d'une heure de référence de départ : les premiers départs et un départ 7h00. Il constitue un indicateur du degré d'ouverture de la ville.

On articule le propos autour de deux villes : Le Mans et Tours. On postule que ces deux villes, compte tenu de leur position sur le réseau ferroviaire à grande vitesse, sont des lieux disposant d'une bonne accessibilité. Pour tester cette hypothèse on va comparer l'ouverture de ces deux villes à celle d'une ville considérée comme tête de réseau d'un espace métropolitain.

Dans cette perspective, la confirmation de cette hypothèse nous permettra d'inscrire le lien ferroviaire comme un outil pertinent d'organisation et de diffusion des dynamiques métropolitaines à des espaces externes ; dans le cas contraire, nous serons amenés à considérer que l'ouverture métropolitaine ne se propage pas à tous les territoires.

3.1 Le Mans

Au chapitre 8, on a pu mettre en avant l'hétérogénéité de l'Espace Métropolitain Loire-Bretagne avec l'absence de certaines agglomérations se retrouvant en marge.

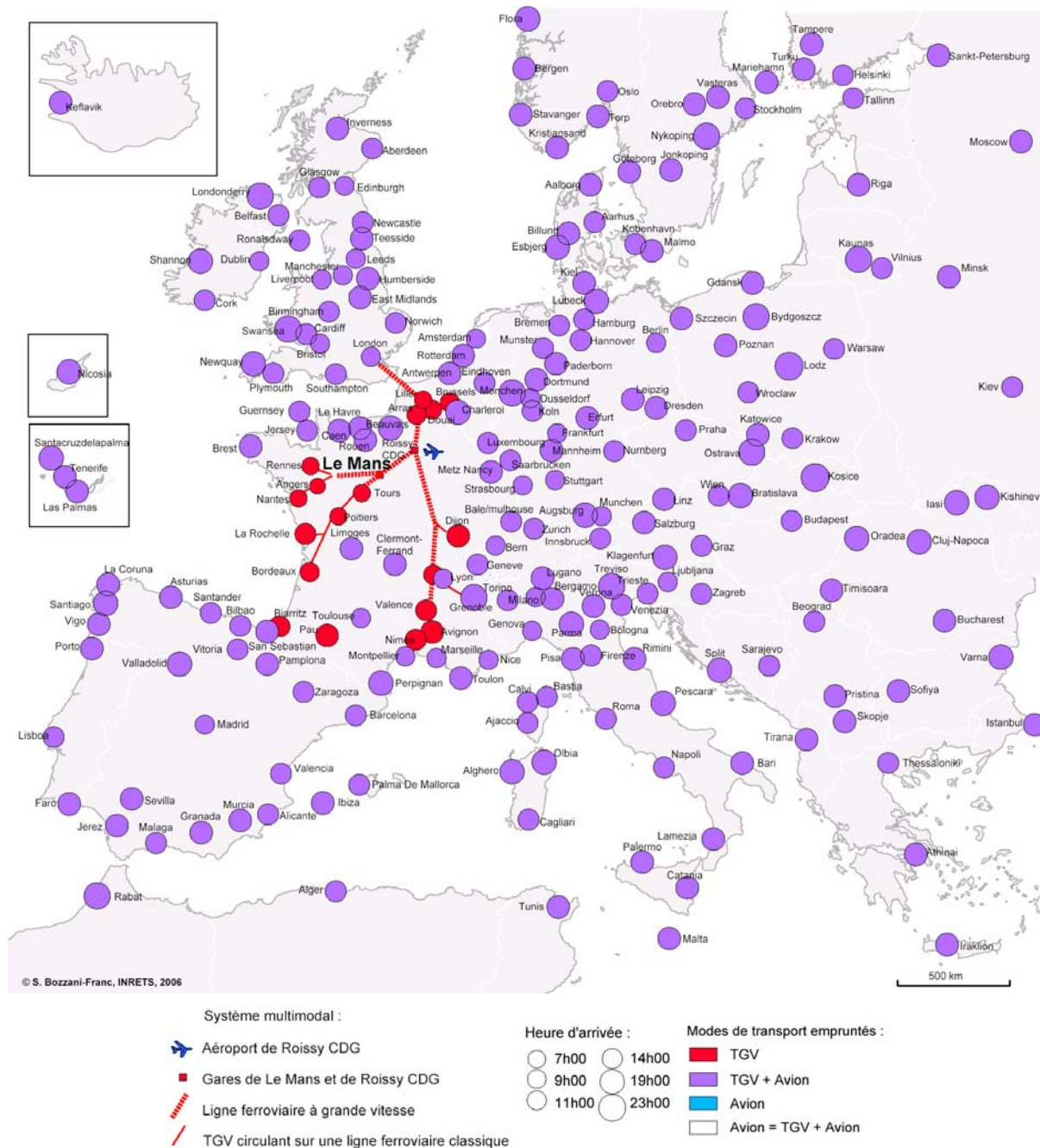
Ainsi, la ville du Mans se trouve dans une position intermédiaire entre cet espace régional, dont elle est écartée, et l'espace directement influencé par la capitale.

Dès lors, on s'interroge sur les possibilités d'ouverture de cette agglomération, sachant qu'elle est dépourvue d'aéroport, mais qu'elle est desservie par le TGV.

On pourra dans cette configuration d'équipement, comparer Le Mans à Arras ou Valence, l'idée centrale restant comme pour Tours d'apporter des éléments de réponse sur l'ouverture de ces agglomérations en marge des espaces métropolitains.

Pour mener à bien cette analyse, on retient la mesure des premiers départs dans le contexte d'un usager qui se plie à la structure de l'offre de transport.

Dans cette analyse de l'accessibilité multimodale des premiers départs, deux chaînes sont prises en compte : le mode ferroviaire à grande vitesse au départ de la gare du Mans et la chaîne intermodale qui combine le TGV au départ du Mans et les vols au départ de Roissy CDG. On obtient la carte suivante :



Carte 62 : Accessibilité du Mans, les 1ers départs*

(*Heure de départ du 1er TGV 6h53)

Comme pour Arras ou Valence, on voit nettement les bénéfices du lien ferroviaire vers un hub aéroportuaire. Ainsi, l'introduction d'une logique d'analyse intermodale nous permet de dépasser largement l'image qu'on aurait obtenue de l'ouverture métropolitaine dans une logique d'analyse monomodale.

En effet, même si le ferroviaire à grande vitesse exprime sa zone de pertinence au-delà des villes de la grande vitesse vers Poitiers, La Rochelle, Bordeaux, Biarritz,

Pau ou encore Dijon, les potentialités offertes par l'articulation dépassent largement les performances du TGV.

Le lien TGV vers Roissy CDG crée l'ouverture métropolitaine aérienne du Mans en lui permettant d'accéder à 205 villes sur les 224 villes atteignables. Pourtant, on doit souligner que le premier horaire de TGV vers CDG (7h35 -> 9h25) est relativement tardif. Ainsi, un déplacement de l'offre actuelle ou un accroissement de celle-ci, avec par exemple un TGV partant du Mans vers 6h00 pour une arrivée vers 7h50 permettrait aux usagers d'améliorer les performances temporelles vers les villes accessibles, en prenant l'avion d'avant.

Dans ce contexte, on peut alors avancer des éléments de réponse à notre hypothèse de départ. Le Mans dispose d'une bonne accessibilité grâce à sa position sur le réseau ferroviaire à grande vitesse. Si on considère l'absence de lien rapide vers l'espace métropolitain Loire-Bretagne, on peut alors conclure que l'accessibilité et l'ouverture de l'agglomération mancelle est directement influencée par la capitale. Elle n'est donc pas en mesure de trouver, dans la configuration actuelle du réseau ferré à grande vitesse et dans les conditions que nous avons fixées quant à la qualité de la connexion, une ouverture aéroportuaire vers l'Ouest.

Nos analyses montrent que si Le Mans est une ville en marge du point de vue de la structuration métropolitaine, elle est une ville qui à la capacité de rayonner à l'échelle européenne, grâce à une « mise en orbite » parisienne.

Le lien fort, et qui sera probablement amené à se renforcer avec l'Ile-de-France, associé à l'absence de structuration métropolitaine avec ses espaces de voisinage pose directement la question du rattachement de l'espace manceau. Y-a-t-il pour Le Mans une alternative à l'intégration dans un bassin parisien élargi ?

Nous allons maintenant appliquer la même méthode à l'agglomération tourangelle qui se trouve dans une configuration proche de celle du Mans en termes de réseau et de structuration métropolitaine.

3.2 Tours

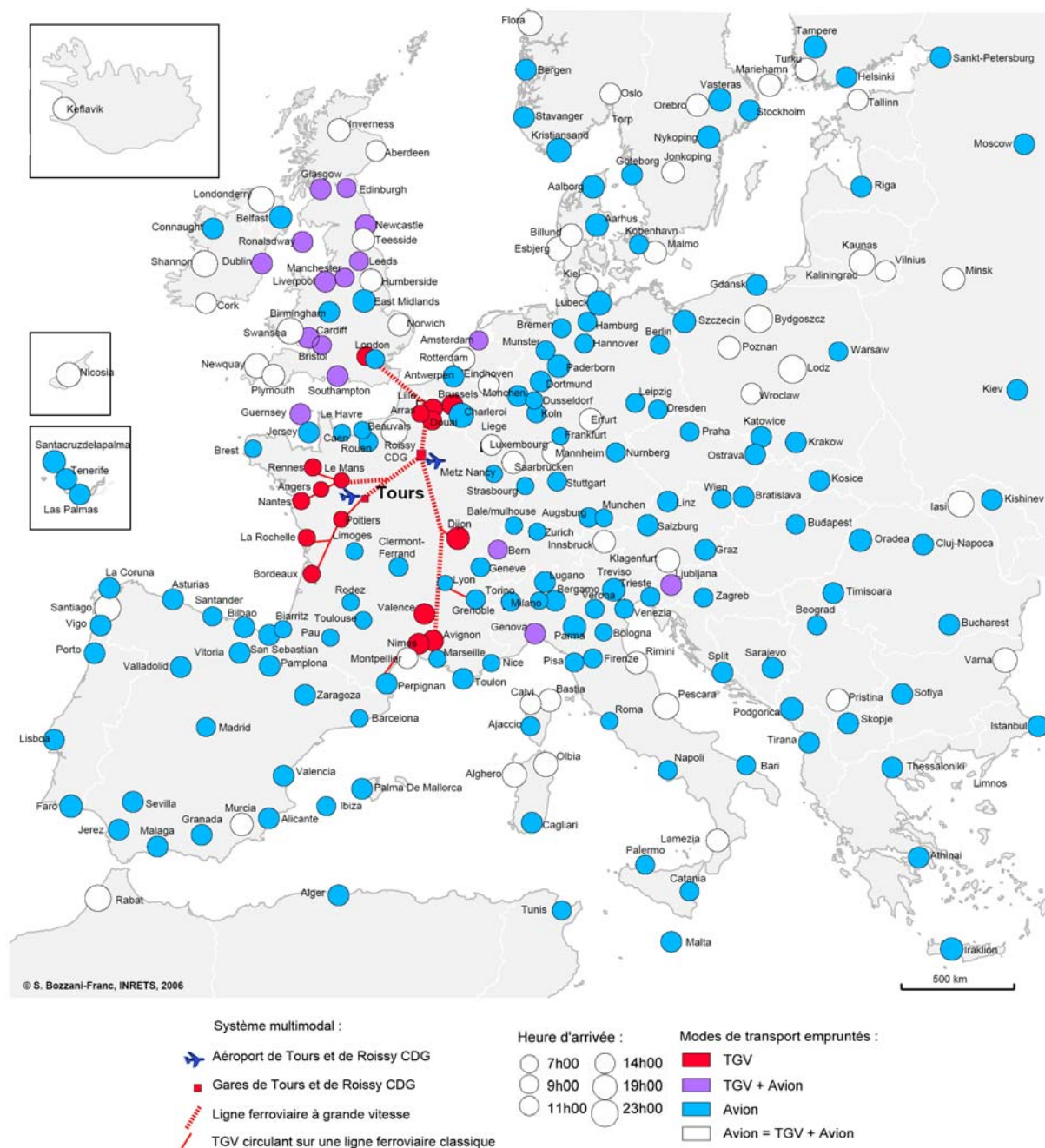
Après le cas du Mans, on s'intéresse à l'agglomération tourangelle en s'interrogeant sur son ouverture, son accessibilité et sur la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse. Il s'agit d'apporter des éléments de réponse sur

l'ouverture de Tours qui comme Le Mans se situe en marge d'un espace métropolitain. La question est aussi de savoir comme se place l'agglomération tourangelle entre l'espace métropolitain Loire-Bretagne dont elle est écartée et l'espace influencé par la capitale. Par sa position géographique, elle développe des relations avec l'espace Loire-Bretagne, même si sa région d'appartenance est la région Centre ; du point de vue cette fois de sa position sur le réseau ferroviaire à grande vitesse l'agglomération tourangelle appartient à l'orbite parisienne.

Ainsi, dans le même contexte que Le Mans, on propose, pour réaliser cette analyse de mobiliser l'indicateur d'accessibilité horaire dans la mesure des premiers départs et d'un départ 7h00 :

La première mesure s'inscrivant dans la démarche d'un usager se pliant à la structure de l'offre de transport tandis que pour un départ 7h00, on renvoie à un choix que fait l'usager d'un départ qui ne soit pas trop tardif.

On analyse de nouveau trois chaînes de transport puisque l'agglomération tourangelle possède un aéroport, Tours Saint-Symphorien. Ainsi, on prend en compte la chaîne du mode ferroviaire à grande vitesse au départ de la gare de Tours, la chaîne aérienne au départ de l'aéroport de Tours Saint-Symphorien et la chaîne intermodale qui combine le TGV au départ de Tours et les vols au départ de Roissy CDG. On obtient la carte suivante :



Carte 63 : Accessibilité de Tours, les 1ers départs*

(*Heure de départ du 1er TGV 4h51, Heure de départ du 1er Avion 6h20)

Sur cette première carte, on observe dans un premier temps, une présence des trois chaînes considérées avec une prédominance de l'aérien. L'espace de pertinence de l'aérien s'explique par la destination du premier vol au départ de Tours : ainsi, en prenant ce premier vol de 6h20, on arrive à Lyon à 7h30. De là, on décuple les correspondances à destination des principales villes européennes, soit 141 villes, à une heure où le hub lyonnais est en pleine activité.

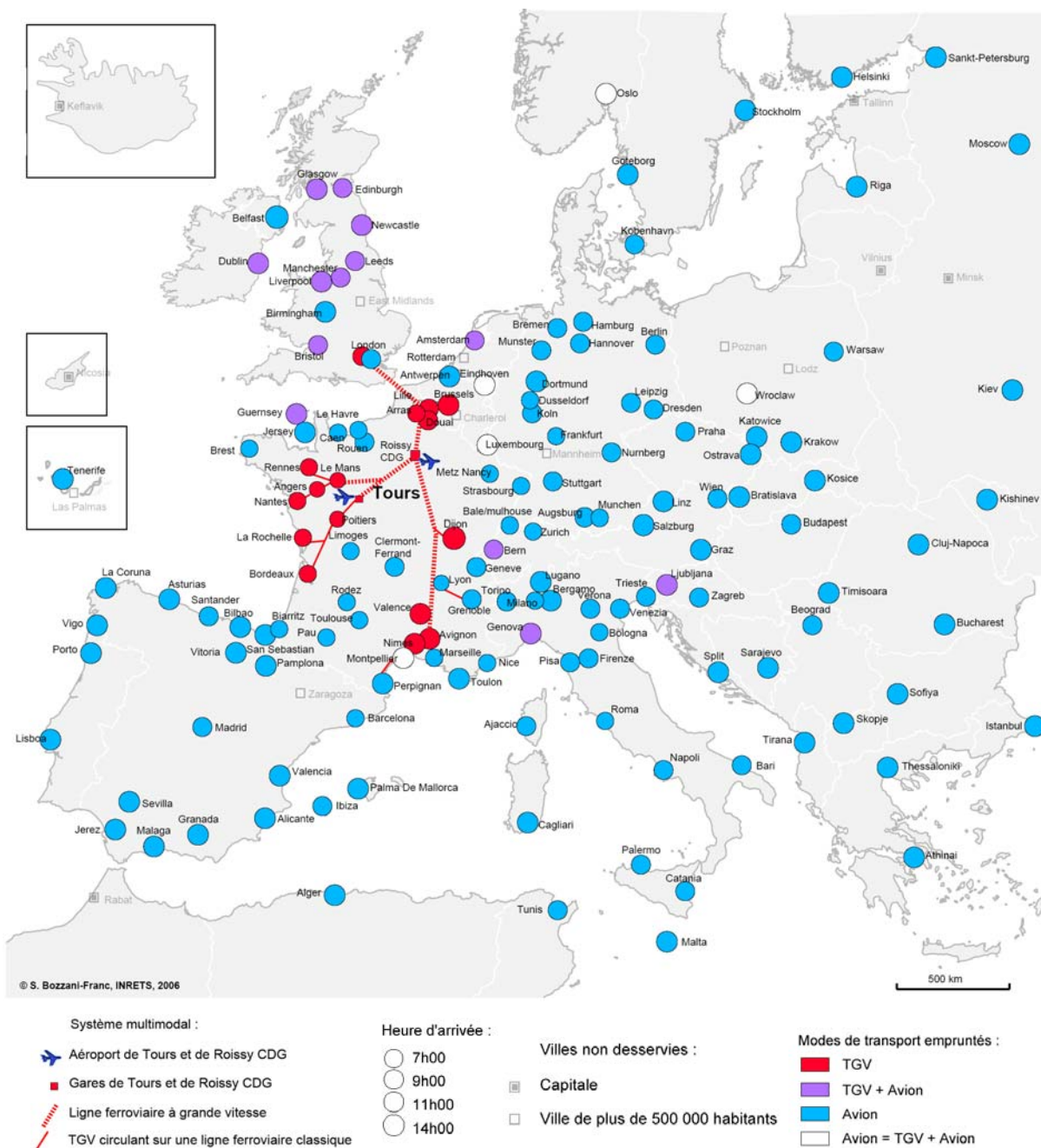
On note toutefois, qu'en direction de la Grande Bretagne comme de l'Irlande, l'accessibilité privilégie l'articulation ; l'aérien seul apparaît moins pertinent sur ces espaces. Globalement, la desserte n'est à l'avantage de l'articulation que pour 16 destinations.

Il est possible d'expliquer la faible pertinence de la chaîne intermodale : l'offre ferroviaire vers Roissy CDG à 9h25 ne permet pas de prendre un vol avant 10h10, à un moment où l'offre se réduit car l'heure de pointe des rotations vers le hub est dépassée.

La chaîne ferroviaire apparaît quant à elle pertinente pour toutes les villes de la grande vitesse et celles en prolongement dans le cas de Bordeaux, La Rochelle, Poitiers, Dijon ou encore Nîmes.

On doit signaler que pour Londres la chaîne ferroviaire, pour une arrivée à 12h39, est considérée équivalente de la chaîne aérienne, pour un atterrissage à 12h15, sachant que l'aéroport est situé à 28km du centre de Londres.

Si on inclut une limite d'heure d'arrivée à 14h00 afin d'éviter les heures d'arrivées trop tardives, le nombre de villes atteignables diminue avec 76 destinations en moins parmi les 227 initiales.



Carte 64 : Accessibilité de Tours, les 1ers départs et une arrivée avant 14h00*

(*Heure de départ du 1er TGV 4h51, Heure de départ du 1er Avion 6h20)

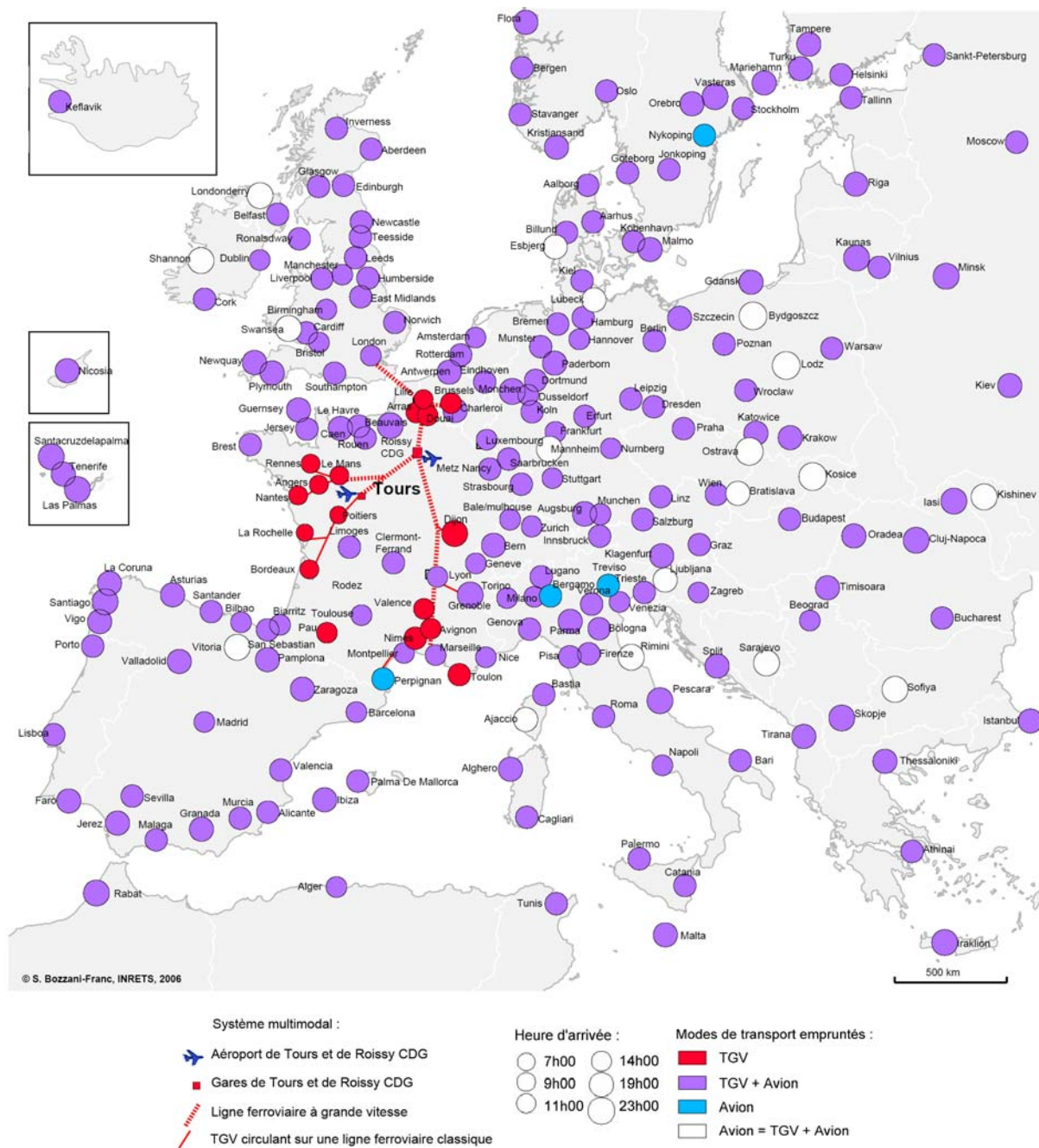
Ainsi, cette limite nous montre que ce sont en majorité les villes qui étaient accessibles par avion ou par la combinaison du TGV et de l'avion qui disparaissent, du fait d'un temps de parcours trop long, notamment dans le Nord et l'Est de l'Europe.

Par l'introduction de cette limite on réaffirme l'importance et les bénéfices du lien au hub, même si on perd en nombre de villes accessibles.

Cette première analyse de l'offre multimodale au départ de Tours montre l'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse, malgré un positionnement horaire défavorable. Ici l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse contribue à dessiner une ouverture européenne en complément de l'offre aérienne de l'aéroport tourangeau.

On propose maintenant d'envisager cette même mesure de l'accessibilité horaire pour un départ 7h00. Dans une logique identique à celle des premiers départs on propose deux cartes.

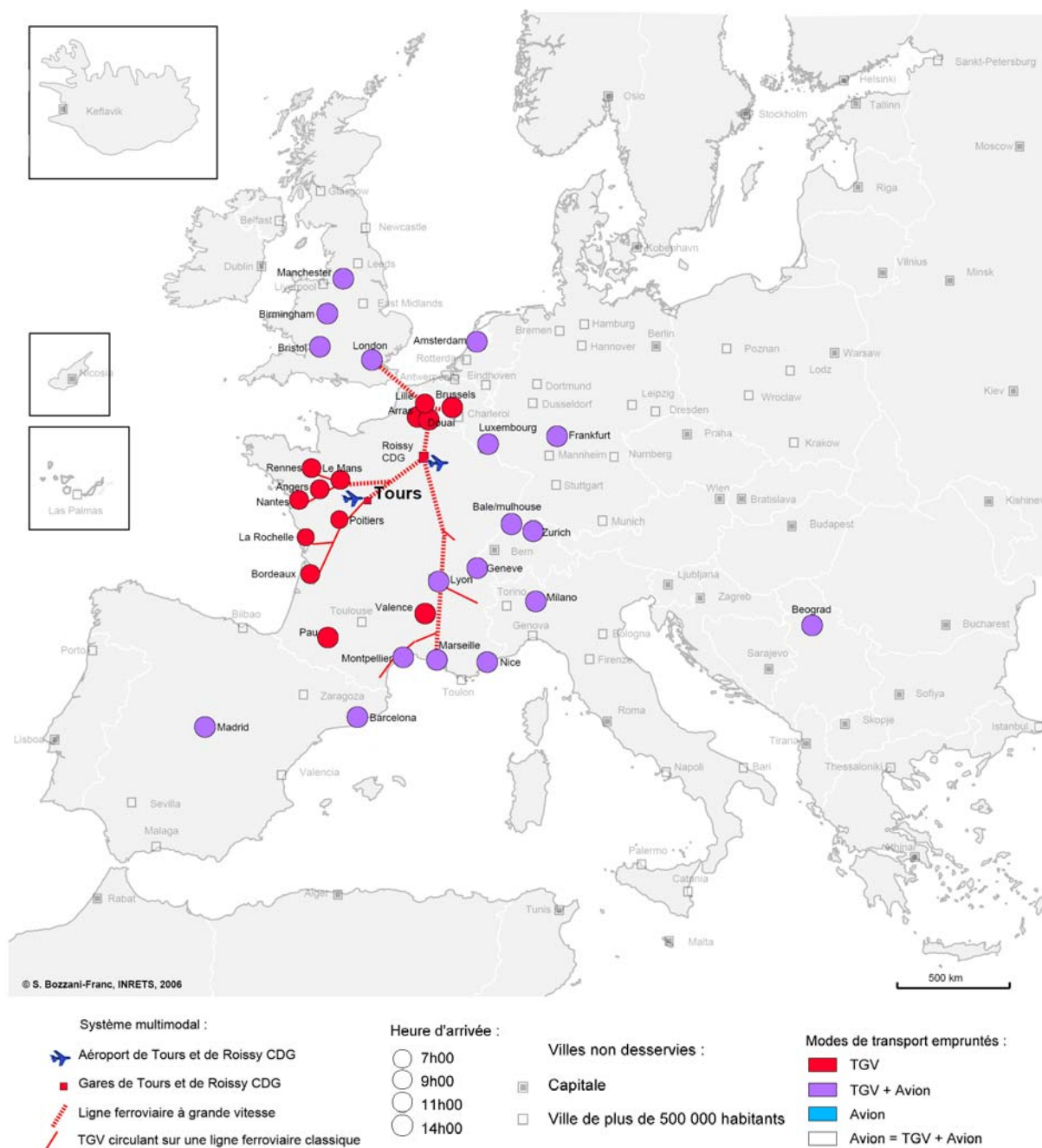
Pour un départ 7h00, l'image renvoyée par la carte est inversée par rapport à celle des premiers départs : la chaîne intermodale devient la plus pertinente en permettant l'accès à 180 villes sur les 220 présentes sur la carte. La chaîne aérienne ne reste pertinente que sur 4 destinations : Nyköping, Trévis, Bergame et Perpignan. Certaines villes basculent de l'aérien au ferroviaire ; c'est le cas de Toulon et Pau.



Carte 65 : Accessibilité multimodale de Tours pour un départ de Dijon à 7h00

Ainsi, le départ 7h00 montre combien l'articulation peut être performante dans l'ouverture tourangelle. On confirme d'ailleurs cette idée en introduisant la deuxième carte du départ à 7h00 avec une limite à 14h00 de l'heure d'arrivée.

Sur les 220 villes accessibles, lorsqu'on insère la limite d'heure d'arrivée, il ne reste plus que 32 villes et deux chaînes en présence, celle du TGV et celle de l'articulation du ferroviaire et de l'aérien.



Carte 66 : Accessibilité multimodale de Tours pour un départ de Dijon à 7h00 et une arrivée avant 14h00

La carte confirme la performance de la chaîne ferroviaire sauf dans l'Est où Dijon n'est plus accessible et dans le Sud avec Avignon, Nîmes et Toulon qui disparaissent. Face à la chaîne aérienne disparaît totalement ce qui renforce l'idée de l'importance de la relation avec Lyon qui apparaissait dans les premiers départs. La performance de la chaîne intermodale est divisée par 10 avec l'introduction de la limite d'arrivée, puisque de 180 on passe à 18 villes accessibles.

L'ouverture de Tours est limitée à quelques capitales : Londres, Amsterdam, Luxembourg, Belgrade et Madrid, la desserte nationale est restreinte à 4 villes :

Lyon, Montpellier, Marseille et Nice. Cependant, cette ouverture est ici totalement due au TGV, soit direct, soit en intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse.

Au terme de cette analyse de l'ouverture tourangelle, on peut établir un certain nombre de constats. L'accessibilité proposée au départ de Tours est majoritairement aérienne dans le cadre des premiers départs même si on ne compte que trois vols au départ de l'aéroport, deux vols vers Lyon, le matin et en fin d'après-midi, et un vol vers Londres en milieu de matinée.

Cette accessibilité s'explique par le premier vol au départ de Tours qui se branche au hub secondaire lyonnais. Ainsi, comme pour Rennes et Nantes, l'ouverture de l'agglomération tourangelle se fait par un lien au hub. Toutefois, on observe un espace de pertinence de l'articulation du TGV et de l'avion à Roissy : la mesure du départ 7h00 confirme la pertinence de l'articulation. Même lorsqu'on fixe une limite à l'heure d'arrivée qui restreint considérablement le nombre de villes atteignables, l'apport du TGV seul ou articulé à l'aérien est décisif.

L'espace de pertinence de l'articulation nous permet de souligner l'importance de l'influence parisienne sur l'agglomération tourangelle. Dès lors, Tours dispose d'une bonne accessibilité par sa position sur le réseau ferré mais surtout par la présence d'un vol « au bon horaire » en direction d'un hub secondaire. Son niveau d'ouverture européenne lui est permis par des relations aux hubs par avion à Lyon et aussi par la combinaison du TGV et de l'avion à Roissy CDG.

Conclusion : Le Mans et Tours, un rayonnement métropolitain pour les villes de la grande vitesse

A partir de l'hypothèse de départ selon laquelle la position sur le réseau ferroviaire à grande vitesse de Tours et Le Mans donne la possibilité de rayonner au même niveau que les villes têtes de réseau d'un espace métropolitain, on a avancé plusieurs éléments.

L'analyse de l'accessibilité de l'ouverture du Mans montre les bénéfices du lien ferroviaire au hub aéroportuaire de Roissy CDG, en précisant néanmoins qu'une réorganisation de l'offre actuelle du TGV, contribuerait à renforcer l'ouverture de l'agglomération mancelle et son accessibilité.

Ainsi, pour Le Mans, il est possible de conclure sur le fait que l'accessibilité et la possibilité de rayonner est directement due à la liaison avec la capitale, conférant à l'agglomération une ouverture comparable à celle d'une tête de réseau dans la mesure des premiers départs.

Le cas de l'agglomération tourangelle, illustre l'aspect essentiel du lien aux hubs qu'il s'agisse de liens aériens, vers Lyon, ou de liens ferroviaires, vers Roissy CDG. La mesure des premiers départs a permis d'illustrer la performance aérienne par la présence d'un vol « au bon horaire » en direction du hub secondaire lyonnais tout en identifiant un espace de pertinence de la chaîne intermodale vers Roissy CDG, pertinence qui a été confirmée dans la mesure d'un départ 7h00.

L'analyse tourangelle présente un cas plus complexe dans la mesure où les possibilités de rayonnement sont permises d'une part, par Lyon et d'autre part, par Paris. Ici encore, comme pour le cas du Mans, une nouvelle hypothèse peut être émise autour d'une optimisation de l'offre TGV à destination de Roissy CDG qui pourrait décupler l'accessibilité et l'ouverture de la ville. Hypothèse qui permet de questionner les conséquences d'une modification de l'offre horaire mais aussi les effets spatio-temporels de la mise en service en grande vitesse du barreau d'intraconnexion sud de la région Ile-de-France. Ces évolutions seraient de nature à renforcer la relation avec les équipements aéroportuaires de Roissy CDG et Orly. En termes d'organisation territoriale c'est bien du renforcement de la mise en réseau avec l'Ile-de-France que peut provenir un accroissement significatif de l'ouverture du Mans et de Tours.

Conclusion

La mesure de la performance territoriale des réseaux intermodaux, développée dans ce chapitre, a permis de questionner les villes retenues dans le chapitre 8 sur leur possibilité de rayonner à travers l'analyse du potentiel des relations et celle de l'accessibilité multimodale.

En retenant une série d'indicateurs présentés dans le chapitre 7, plusieurs hypothèses ont été émises autour de l'ouverture métropolitaine et le développement des espaces de coopération métropolitaine.

Pour analyser la structuration des espaces métropolitains, les mesures tiennent compte des équipements existants au sein des villes avec la présence de gares ferroviaires à grande vitesse et / ou de plate-forme aéroportuaire internationale, mais aussi d'organisations externes aux espaces envisagés avec les liaisons aéro-ferroviaire à grande vitesse.

Cette logique nous l'avons d'abord appliquée à des villes considérées comme des têtes de réseau d'un espace métropolitain. Nous avons ainsi interrogé l'agglomération lilloise avec les indicateurs retenus. Dans ce premier cas, l'accessibilité multimodale lilloise et son ouverture montre qu'une ville peut être éligible au rang de métropole, du point de vue de critères d'accessibilité, sans posséder d'équipement aéroportuaire majeur au sein de son espace. Ainsi l'analyse conduit à identifier une contribution importante de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse permettant la diffusion de l'ouverture métropolitaine.

En parallèle du cas lillois, l'accessibilité et l'ouverture lyonnaise sont également analysées. La comparaison entre les deux villes, montre que Lyon est une métropole par la possession des équipements nécessaires à son ouverture. Dans le cas lyonnais, notre analyse vient confirmer les mesures classiques de l'ouverture métropolitaine qui se basent sur la présence d'un aéroport international.

Pour poursuivre l'analyse sur d'autres villes, seules les mesures d'accessibilité multimodale des premiers départs et d'un départ à 7h00 sont conservées pour tester la transposition des enseignements du cas lillois ; car ces indicateurs permettent de mesurer les conditions nécessaires à la possibilité de rayonner. Nous nous sommes intéressée à la performance de la chaîne intermodale dans l'ouverture métropolitaine

de Nantes et Rennes. Les mesures ont permis de montrer les bénéfices des liens ferrés et aériens aux hubs dans l'ouverture métropolitaine de ces deux villes. Nos analyses montrent que, pour ces deux villes à l'ouverture européenne confirmée, l'articulation TGV à Roissy peut s'avérer un complément utile. Sur cette base, la mise en réseau des plates-formes aéroportuaires parisiennes par la réalisation du barreau Sud de l'Ile-de-France renforcerait l'ouverture des deux grandes villes de l'Ouest. La logique métropolitaine bretonne peut tout à fait bénéficier d'une complémentarité des trois chaînes modales.

Ces mêmes mesures ont été pratiquées pour analyser l'ouverture métropolitaine de Dijon. Les résultats montrent qu'au sein de son espace de coopération métropolitaine, Dijon, en s'appuyant sur la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse, peut exercer un rôle de porte et bénéficier d'une certaine ouverture métropolitaine.

Dans l'espace Rhin-Rhône un équipement aéroportuaire international est présent à Bâle, pourtant aujourd'hui Dijon va chercher l'ouverture à l'extérieur de son espace. La réalisation du projet de TGV Rhin-Rhône pourrait permettre de structurer le réseau de villes de l'espace métropolitain Rhin-Rhône en renforçant l'ouverture sur l'espace vers l'équipement aéroportuaire interne. Ces éléments mis bout à bout sont favorables à la construction d'une ouverture métropolitaine au réseau métropolitain Rhin-Rhône.

Ainsi, il est possible de conclure sur l'ouverture métropolitaine des villes, en insistant pour certaines, sur le rôle majeur de l'équipement à l'extérieur de leur espace. Cette ouverture des villes renvoie à l'idée d'une nouvelle géographie impulsée par le système des grandes vitesses pris dans son ensemble.

Dans un deuxième temps, nous avons voulu interroger l'ouverture métropolitaine des pôles secondaires des espaces métropolitains et la comparer à celle des têtes de réseau. Le propos s'est porté sur trois villes : Arras, Valence et Grenoble.

Pour Arras et Valence, une seule mesure a été retenue pour évaluer la possibilité d'ouverture. Dans le contexte des villes sans aéroport, il apparaît que l'utilisateur n'a pas le choix, aussi seule la mesure des premiers départs a été conservée. Pour Arras, l'ouverture métropolitaine est comparable à l'ouverture lilloise avec la mesure effectuée sur les premiers départs. Ce résultat exprime l'idée que l'on n'est pas

confronté à une métropole entourée d'espaces de second ordre mal connectés mais plutôt à un réseau métropolitain avec plusieurs polarités qui bénéficient d'une ouverture. Dans le cas de la métropole multipolaire transfrontalière, la construction de cette ouverture de l'espace secondaire repose sur l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse, et sur un équipement externe à l'espace métropolitain.

Dans le cas de l'espace de coopération métropolitain de Lyon, l'analyse a montré une diffusion de l'ouverture de la métropole vers ses polarités. Ainsi, du point de vue de l'ouverture métropolitaine, nous sommes inscrits dans des espaces métropolitains plutôt multipolaires que monocentrique, selon des critères d'accessibilité.

Les résultats obtenus appuient l'idée d'une transition des métropoles vers des espaces de coopération métropolitaine où le niveau hiérarchique entre les villes est atténué par l'observation d'une diffusion des possibilités de rayonnement dont une partie peut provenir de l'extérieur. L'ouverture métropolitaine se réalise sur des centres dont des polarités secondaires, ainsi, la structuration des espaces se fait plutôt dans les coopérations métropolitaines que dans une structure hiérarchique, avec d'un côté une métropole et de l'autre des pôles secondaires dont l'ouverture serait incomplète.

Il est nécessaire de souligner que cette structuration des espaces autour de la coopération métropolitaine est permise par l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse qui joue le rôle de diffuseur de l'ouverture. Si l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse n'est pas présente, il faut que la ville dispose soit d'un aéroport international soit de liens importants vers un ou plusieurs aéroports internationaux sans quoi la ville ne pourra pas prétendre à une ouverture métropolitaine suffisante.

Dans un troisième temps, l'analyse a porté sur des villes situées hors des espaces métropolitains, inscrites en marge, mais disposant d'équipement leur permettant d'établir un lien avec des espaces inscrits dans une dynamique métropolitaine. Deux villes ont été étudiées dans ce contexte : Le Mans et Tours, en postulant que leur position sur le réseau ferroviaire à grande vitesse leur confère une bonne accessibilité ainsi qu'une ouverture métropolitaine.

Pour Le Mans et Tours l'analyse montre que ces villes non intégrées à un espace métropolitain construisent leur ouverture métropolitaine avec la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse et un équipement aéroportuaire

externe majeur conduisant à leur mise en réseau autour de l'Ile de France. Ce qui amène à poser la question de savoir si une alternative à l'intégration parisienne est et restera possible.

Conclusion générale

Au regard des objectifs de notre recherche qui ont visé à envisager la contribution des systèmes de transport rapides au rayonnement métropolitain des villes, nous avons mobilisé un certain nombre de concepts et d'outils qui nous ont amené à répondre à notre questionnement général.

Dans une première partie nous avons illustré les dynamiques des territoires et celles des réseaux pour positionner l'analyse dans les logiques métropolitaines. Nous avons choisi de confronter les processus de métropolisation à la structuration des territoires et inscrit l'analyse dans la stratégie de renforcement de l'offre métropolitaine en France, par la création des espaces de coopération métropolitaine. Les liens entre métropolisation et réseaux rapides témoignent du fait que les réseaux rapides considérés sont le reflet d'une logique de desserte à longue portée qui vise à accroître les relations entre certaines villes et à renforcer la concurrence entre les territoires. La dynamique enregistrée face aux enjeux métropolitains, conduit à souligner que les grandes vitesses se trouvent dans une phase transitoire de la morphogenèse des réseaux où la perception des chaînes de transport est modifiée par les relations de concurrence et de complémentarité des modes aérien et ferroviaire.

Dans une deuxième partie, l'éclairage de l'articulation aéro-ferroviaire à grande vitesse a donné lieu à la caractérisation de la notion d'intermodalité par rapport aux objectifs initiaux de la recherche. Nous avons montré ses enjeux, ses objectifs et son fonctionnement. Nous avons alors opposé la stratégie monomodale des opérateurs adoptant un raisonnement intermodal ponctuel à celle des acteurs publics préconisant une vue intermodale, voire multimodale, des systèmes de transport. Toutefois, les incohérences entre un discours multimodal et des critères d'évaluation

fondés sur la possession des équipements et de leur utilisation pour juger des possibilités de rayonnement des villes ont été établies.

Nous sommes ensuite revenu sur l'hypothèse générale du travail et les objectifs pour construire un raisonnement multi-échelles et multimodal dans le but d'évaluer la performance des chaînes de transport et la contribution de l'intermodalité aéro-ferroviaire dans l'ouverture métropolitaine des villes inscrites ou non dans des espaces métropolitains. Nous avons ainsi voulu remettre en question l'idée selon laquelle la possession et le développement d'une infrastructure aéroportuaire internationale, donc une logique d'équipement interne à chaque espace, constitue la seule voie pour l'ouverture métropolitaine.

Aussi, autour de l'hypothèse que le système des grandes vitesses participe à la définition des métropoles, nous avons choisi, dans une troisième partie, de modéliser le système des grandes vitesses à l'échelle européenne pour tester l'ouverture métropolitaine des villes françaises. Plusieurs indicateurs ont été mobilisés pour rendre compte des possibilités de rayonnement des villes : l'analyse des relations, l'accessibilité horaire et la possibilité d'effectuer des allers – retours dans la journée.

Le discours s'est construit autour de trois hypothèses déclinées à partir de l'hypothèse générale pour mesurer l'inscription des villes à la fois dans une logique métropolitaine et dans une vision multimodale d'un système de transport des grandes vitesses intégré. Pour aborder la structuration des espaces métropolitains et leur ouverture, une logique d'équipement élargie a été retenue. Cette logique considère conjointement le système aéroportuaire interne à l'espace, la position sur le réseau ferroviaire à grande vitesse ainsi que l'articulation entre le réseau ferroviaire à grande vitesse et les plates-formes aéroportuaires internes et externes.

Ainsi, dans l'analyse, la combinaison des approches monomodales et d'une articulation intermodale propose un cadre multimodal au travail. Dans ce contexte, le développement du raisonnement a été construit et appliqué à plusieurs villes, en commençant par Lille.

Lille est une « tête de réseau » d'un espace métropolitain qui n'abrite pas d'équipement aéroportuaire international lui permettant une ouverture métropolitaine. Dans ce contexte, l'élément le plus important pour la structuration métropolitaine est-il la possession de l'équipement aéroportuaire ou bien l'ouverture ?

Dans l'analyse nous avons mis en avant l'ouverture métropolitaine au travers de l'accessibilité multimodale pour pouvoir rendre compte de ce que permet tant l'équipement aéroportuaire interne, que l'équipement ferroviaire à grande vitesse et pour pouvoir évaluer la contribution du lien ferroviaire à grande vitesse vers un équipement aéroportuaire externe.

Ainsi, nous avons montré dans ce cas qu'une ouverture métropolitaine est possible en l'absence d'équipement aéroportuaire d'envergure internationale situé à l'intérieur d'un espace métropolitain.

En prolongeant l'analyse vers d'autres villes considérées comme des têtes de réseau ou pôles majeurs, à Lyon, Nantes, Rennes ou encore Dijon ou Metz et Nancy, il apparaît que l'ouverture est bien le fait de la structuration des espaces métropolitains autour des équipements internes et externes. L'accessibilité multimodale de ces villes montre un espace de pertinence de toutes les chaînes de transport, et met en avant le rôle important de la chaîne intermodale.

Cette réflexion sur la contribution des équipements internes et externes à l'accessibilité des métropoles amène le questionnement sur le cas de polarités secondaires, a priori dépourvues d'équipements aéroportuaire, mais connectées à la grande vitesse ferroviaire. Si on considère que le réseau ferroviaire à grande vitesse, privilégiant la desserte des grands pôles, produit de la hiérarchie urbaine, on peut émettre l'hypothèse selon laquelle, dans les espaces métropolitains, les polarités secondaires disposent d'une ouverture plus restreinte que celle des pôles principaux.

Nous avons montré que, du point de vue de l'ouverture, en appliquant les indicateurs d'accessibilité sur des polarités secondaires, les espaces métropolitains examinés apparaissent multipolaires. Ils ne sont pas unipolaires du point de vue des possibilités d'ouverture. Avec ce résultat on ne peut pas valider l'hypothèse selon laquelle le TGV produit une forte hiérarchie urbaine du point de vue de l'ouverture à l'intérieur des espaces métropolitains.

Ainsi, l'ouverture métropolitaine concerne plusieurs centres dont des polarités secondaires : cette forme d'organisation spatiale apparaît plus en phase avec le principe de la coopération métropolitaine qu'avec l'idée d'une structure fortement hiérarchique entre métropoles et pôles secondaires.

L'enseignement de portée générale qui émerge ici est que l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse peut contribuer à soutenir une organisation métropolitaine multipolaire. A partir de cet enseignement général, l'examen de chacune des villes étudiées révèle des questionnements particuliers qui viennent compléter et enrichir l'analyse.

Première polarité secondaire étudiée, Arras dispose d'une ouverture de niveau métropolitain, grâce à l'activation de l'articulation entre le fer à grande vitesse et le mode aérien à Roissy. Nous pouvons raisonnablement émettre l'hypothèse que d'autres polarités secondaires de l'espace métropolitain multipolaire transfrontalier du Nord-Pas-de-Calais connaissent une situation du même type. Dès lors, le questionnement initial de « Lille, une métropole sans aéroport international » peut être reformulé en « un espace métropolitain sans aéroport international ». Les résultats tendent à montrer qu'une ouverture métropolitaine élargie aux polarités secondaires est possible, dans ce cas en allant chercher une ouverture à l'extérieur. Ainsi, dans l'espace métropolitain lillois plusieurs polarités bénéficient d'une ouverture métropolitaine ce qui souligne le passage du raisonnement sur la métropole à un raisonnement sur un espace de coopération. Cependant, le cas d'Arras, qui indique la possibilité d'un élargissement de l'ouverture à des polarités secondaires, soulève un questionnement à un second niveau, du point de vue de la structuration métropolitaine : Arras est située entre sa tête de réseau et la plate-forme externe qui permet l'ouverture. Cette situation, qui permet une connexion directe avec l'extérieur sans passer par la tête de réseau, n'est-elle pas de nature à affaiblir le lien entre Arras et son espace métropolitain ?

Dans le cas des polarités secondaires autour de Lyon, comme dans le cas lillois, ce n'est plus à partir de la métropole uniquement, mais bien à partir d'un espace métropolitain composé d'une tête de réseau et de plusieurs polarités secondaires que l'ouverture métropolitaine se construit par l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse.

Les exemples de Valence, qui ne possède pas d'aéroport, et de Grenoble doté d'une plate-forme aéroportuaire montrent que pour des villes considérées comme des polarités secondaires, le développement aéroportuaire n'est pas la seule voie pour s'inscrire dans les dynamiques métropolitaines. Aussi, le train à grande vitesse combiné à l'aérien peut permettre de proposer une accessibilité à même de s'inscrire

dans les dynamiques métropolitaines. Par conséquent, l'idée qu'il n'est pas nécessaire de posséder un aéroport international pour construire une ouverture métropolitaine est validée puisque le TGV, en articulation avec l'aérien, peut contribuer à assurer cette fonction.

Les dernières villes testées contribuent à réaffirmer le rôle de l'intermodalité aéro-ferroviaire pour l'accessibilité et les possibilités de rayonnement. Dans le cas du Mans, dépourvue d'aéroport, et de Tours dotée d'un aéroport, les deux villes bénéficient largement de l'ouverture permise par la diffusion de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse. Cependant, si l'ouverture est permise par l'articulation du ferroviaire et de l'aérien, elle l'est également par les chaînes monomodales et aussi par la chaîne aérienne dans le cas de Tours. Concernant ces deux villes situées à la périphérie du bassin parisien, sans tomber dans la contradiction qu'il y aurait, dans une perspective d'aménagement du territoire donc de rééquilibrage, à encourager une mise en réseau générale autour de l'Ile de France, la question reste ouverte de savoir si une alternative à l'intégration parisienne est et restera possible.

La thèse montre que l'adoption d'un raisonnement multimodal et multi-échelles envisageant un système intégré des grandes vitesses pourrait permettre le renforcement de la possibilité de rayonnement européen des métropoles françaises, élément fort de la politique d'aménagement actuelle.

Ouvertures et perspectives

Le travail engagé dans cette recherche montre l'intérêt des approches multi-échelles et multimodales pour comprendre et appuyer les dynamiques et la structuration des territoires. Cette analyse placée au cœur de la problématique sur les relations entre les réseaux et les territoires montre que le développement d'une logique d'analyse multimodale formule une nouvelle représentation des liens entre les grandes vitesses et les territoires. Nous pouvons alors nous interroger sur une transposition de ces résultats à d'autres échelles, à l'intérieur des espaces métropolitains en mobilisant d'autres types d'intermodalité, et à d'autres espaces ailleurs en Europe et au-delà.

L'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse a été explorée dans une gamme de configurations particulières. En effet, premièrement, seules les liaisons directes en TGV ont été prises en compte. De plus, les villes examinées sont situées entre 100 et 500 km d'une plate-forme aéroportuaire majeure, ce qui correspond à des

distances-temps entre 30 minutes et 3 heures. Dans la prise en compte des liaisons TGV, nous avons retenu des liens en grande vitesse intégrale mais aussi des relations mixtes où les lignes à grande vitesse se prolongent sur voies classiques.

Dans la perspective d'un prolongement de ces travaux, cette même analyse pourrait être appliquée à d'autres villes inscrites dans les mêmes configurations. Dans ce contexte, on pense à une application autour de la plate-forme aéroportuaire de Francfort et des liens ferroviaires à grande vitesse qui partent de cet équipement international majeur vers les villes de Cologne ou de Stuttgart, elles-mêmes équipées d'infrastructures aéroportuaires.

Nous pourrions également envisager d'étendre l'étude de villes et d'espaces répondant à d'autres configurations et à d'autres échelles. Dans ce cadre, nous pensons premièrement à Marseille où les modes aérien et ferroviaire à grande vitesse aujourd'hui cantonnés dans leurs espaces de pertinence respectifs pourraient laisser une place à l'articulation du TGV et de l'aérien pour renforcer l'ouverture de l'espace métropolitain – Marseille Provence Métropole Pays d'Aix – d'une manière comparable à ce que l'on a montré sur l'espace Loire-Bretagne. Deuxièmement, l'analyse pourrait porter sur la ville de Montpellier qui est aujourd'hui inscrite en marge des espaces métropolitains, mais qui est en possession des équipements aériens mais aussi ferroviaires nécessaires pour établir le lien avec un ou plusieurs espaces insérés dans les dynamiques métropolitaines. L'hypothèse de travail conduirait alors à proposer un renforcement des possibilités d'ouverture de Marseille comme de Montpellier qui passerait par la mise en réseau autour de l'équipement aéroportuaire lyonnais.

L'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse pourrait aussi être étudiée dans d'autres perspectives que l'ouverture métropolitaine externe pour être interrogée comme un principe général de la structuration des territoires et des réseaux. Dans ce cadre, l'intermodalité pourrait être considérée comme un outil permettant, à travers des liens ferroviaires rapides vers des villes, de diffuser une ouverture qui ne serait plus cette fois l'apanage des espaces métropolitains.

Nous avons montré le fait que le mode aérien n'est pas le seul mode à même de propager les possibilités d'ouverture ; il reste à étudier dans quelle mesure le mode ferroviaire à grande vitesse ainsi que l'articulation aéro-ferroviaire à grande vitesse

pourraient permettre une diffusion de l'ouverture vers d'autres villes et d'autres espaces aujourd'hui écartés des dynamiques métropolitaines.

Bibliographie

(1995). LOADT.

(1999). LOADDT.

(1999). Article 3 de la LOTI modifié par la LOADDT du 25 juin 1999, <http://www.legifrance.gouv.fr>. Consulté en 2005.

(2002). Décret relatif au Fonds pour le développement de l'intermodalité dans les transports. 2002-470 : p.1-2.

Amiel, M., Melançon, G. et Rozenblat, C. (2005). "Réseaux multi-niveaux : l'exemple des échanges aériens mondiaux de passagers." Mappemonde Vol. 79 n°3/2005(<http://mappemonde.mgm.fr/num7/articles/art05302.html>): 12 p.

Appert, M. (2005). Coordination des transports et de l'occupation de l'espace pour réduire la dépendance automobile dans la région métropolitaine de Londres. Géographie. Montpellier, Université Montpellier III - Paul Valéry : 721 p.

Appert, M. (2002). Métropolisation, mobilités quotidiennes et forme urbaine : le cas de Londres. Géocarrefour Vol. 79 n°2. p.109-118.

Appert, M. et Chapelon, L. (2002). Planification des transports régionaux en Languedoc-Roussillon et Nord-Pas-de-Calais : évaluation de la concurrence rail-route. Montpellier, UMR 6012 Espace, CNRS et Université de Paul Valéry Montpellier 3. 721 p.

Arbaret-Schulz, C. et Beyer, A. (2001). Polycentrisme aéroportuaire et polycentrisme urbain sur les frontières nord-orientales de la France. Le Polycentrisme, un projet pour l'Europe ? Colloque de Rennes. 19p.

Arnold, P., Beguin, H., Peeters, D. et Thomas, I. (1997). "Structure géographique du réseau de transport et localisations optimales." Flux n°27/28 : p. 9-16.

Ascher, F. (2001). Les nouveaux principes de l'urbanisme, la fin des villes n'est pas à l'ordre du jour. La Tour d'Aigues : Editions de l'Aube. 104 p.

Assayag, V. (2002). "Le Projet TGV Est européen." Revue générale du chemin de fer Mars 2002 : p.177-184.

Auburtin, E. (2005). Les Réseaux de villes sont-ils de véritables acteurs transfrontaliers ? L'exemple de l'espace SAAR-LOR-LUX. Le Monde en réseaux : Lieux visibles, liens invisibles, Saint-Dié, http://fig-st-die.education.fr/actes/actes_2005/.

- AURAN (Agence d'Urbanisme de la Région Nantaise) (2004). Pour un rayonnement européen des métropoles françaises, Espace Métropolitain Loire-Bretagne, Appel à coopération Métropolitaine. Nantes, Agence d'Urbanisme, Communautés d'Agglomérations (Nantes, Saint-Nazaire, Angers, Rennes et Brest) : 27 p.
- Auray, J.-P., Bailly, A., Derycke, P. H. et Huriot, J.-M. (1994). Encyclopédie d'Economie Spatiale : Concepts-Comportements-Organisations. Paris, Economica. 428 p.
- Azéma, A. (2001). "Les Schémas de services collectifs : présentation du dossier." Territoires 2020 : Analyses et débats n°4: p.11-13.
- Azéma, A. (2001). "Une Ambition pour le territoire: Document introductif aux neuf schémas de services collectifs." Territoires 2020 : Analyses et débats n°4: p.15-22.
- Azéma, A. et Parthenay, D. (2001). "Les Schémas de services collectifs, poisson pilote des politiques publiques territoriales." Territoires 2020 : Analyses et débats n°4: p.45-49.
- Bailly, A. (1991). Les Concepts de la Géographie humaine. Paris, Masson. 5^{ème} éd. 334 p.
- Bailly, A., Ferras, R. et Pumain, D. (1995). Encyclopédie de Géographie. Paris, Economica. 1167p.
- Bakis, H. (1988). Information et organisation spatiale. Caen, Paradigme. 236 p.
- Bakis, H. (1993). Réseaux et enjeux sociaux. Paris, PUF Que sais-je? 128 p.
- Bakis, H. et Grasland, L. (1997). "Les Réseaux et l'intégration des territoires: Position de recherche." NETCOM Vol. 11(n°2): p. 421-430.
- Baptiste, H. (2003). Chapitre 3 : Détermination des chemins optimaux dans un graphe temporisé. Graphes et Réseaux : modélisation multiniveau. P. Mathis. Paris, Lavoisier: p. 93-112.
- Barnier, M. (2001). "L'Intégration de la dimension territoriale dans la politique de cohésion européenne." Territoires 2020 : Point de vue n°4: p. 7-10.
- Barrot, J., Elissalde, B. et Roques, G. (1997). Europe : Espace en recomposition. Paris, Vuilbert 2ème éd. 288p.
- Baudelle, G. (2001). "L'Europe de demain est-elle polycentrique?" Territoires 2020 : Etudes et Prospective n°3: p.125-137.
- Baudelle, G. et Castagnède, B. (2002). Le Polycentrisme en Europe. Paris, DATAR. 267 p.
- Baudelle, G. et Peyrony, J. (2005). "Le Polycentrisme en France : cheminement d'un concept." Territoires 2030 : Analyses et débats n° 1: p. 89-101.
- Bavoux, J.-J. (2005). "La Nodalité : un concept fondamental de l'organisation de l'espace. Introduction au dossier." Cahiers Scientifiques du Transport n° 48: p. 5-14.
- Bavoux, J.-J., Beaucire, F., Chapelon, L. et Zembri, P. (2005). Géographie des transports. Paris, Armand Colin. 232 p.

- Bavoux, J.-J. et Piquant, M. (2000). "Les Réseaux de transport entre Paris et Lyon : Compétition ou coopération ?" Flux n°39/40 : p. 30-39.
- Beau, N. (1992). "Faut-il vraiment 100 aéroports en France ?" Les Echos : Enjeux: p.72-75.
- Beaud, M. (1994). L'Art de la thèse. Paris, La Découverte. 175 p.
- Beaumont, C., Combes, P.-P., Derycke, P.-H. et Jayet, H. (2000). Economie Géographique : Les théories à l'épreuve des faits. Paris, Economica. 330p.
- Beguin, H. et Thomas, I. (1997). Morphologie du réseau de communication et localisations optimales d'activités : Quelle mesure pour exprimer la forme d'un réseau? <http://193.55.107.3/reseaux/texte1/beghom.htm>.
- Berge, C. (1983). Les Graphes. Paris, Gauthier-Villars. 400 p.
- Bergougnoux, J. et Bernard, J.-F. (1994). "Les Interconnexions du TGV : un outil performant de l'aménagement de la France." Revue générale du chemin de fer n°06-07: p.7.
- Bernard, F. (2002). Thalys, pionnier multimodal Rail/Air... High speed rail & air transport, (Dir. Général de Thalys International).
- Berney, P. (1987). "Aménagement régional." Cahiers de l'IAURIF n°80: p.47-56.
- Bernheim, A. (2002). "La Grande vitesse faillit bien ne pas naître." Revue générale du chemin de fer février 2002: p.7-12.
- Berthon, E. et ADP, I. e. (2000). Etude sur les capacités aéroportuaires alternatives, Synthèse (Introduction, Résumé de l'étude et Conclusion), <http://www.airportregions.org/ARC/Documents/Publications/Synt...> p.33.
- Berthoumieu, A. (2003). "Un Nouvel aéroport à Toulouse ?" FNAUT-infos n°114: p.1.
- Besset, J.-P. (2003). "Polémiques autour du projet d'un nouvel aéroport pour Toulouse." Le Monde.
- Blin, P. (1993). "A CDG, transports terrestre et aérien enfin associés." Aéroports magazines n°241: p.30-32.
- Blumenthal, P. (1998). "Desserte ferroviaire des aéroports suisses." Rail international Juillet-Août: p.8-14.
- Bois, E. (1994). Les Délais de précaution pour les passagers aériens : définitions et premières analyses appliquées à Lyon-Satolas. ENPC / Laboratoire d'Economie des Transports. Marne La Vallée, Paris XII: p.108.
- Bonnaïfous, A. (1995). "L'Aéroport de Satolas." TEC. Transport-Environnement-Circulation 129: 13-14.
- Bonnaïfous, A. (2003). "Infrastructures de transport et aménagement du territoire : quels enjeux, en 2003?" Inter Régions n°246: p.10-15.
- Bonnaïfous, A. et Masson, S. (1999). Evaluation des politiques de transports et équité spatiale. Lyon, Laboratoire d'Economie des Transports (LET): p.35.
- Bonnaïfous, A., Plassard, F. et Vulin, B. (1993). Circuler demain. Paris, Edition de l'Aube. 192 p.
- Bonnet, J. (1994). Les Grandes métropoles mondiales. Paris, Nathan Université. 192 p.

- Bostnavaron, F. (2003). "La Justice prononce la liquidation d'Air Lib." *Le Monde*.
- Bostnavaron, F. (2003). "Les Compagnies européennes convoitent les droits de décollage." *Le Monde*.
- Bozzani, S. (2000). Interconnexion TGV-AIR dans les gares-aéroports de Roissy Charles de Gaulle et Lyon Saint-Exupéry. UFR III de Géographie. Montpellier, Université Paul Valéry, Montpellier III: p.238.
- Bozzani, S. (2003). Colloque-Excursion : Intermodalité et Territoires. Bellegarde, Genève, Karlsruhe, Strasbourg, Francfort.
- Bozzani, S. (2005). "L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain : étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle au départ de Lille." *Cahiers Scientifiques du Transport* n° 47: p. 61-88.
- Bröker, J., Capello, R., Lundqvist, L., Pütz, T., et al. (2004). "Impact territorial des politiques de transport européennes et des politiques de réseaux transeuropéens." *Territoires 2020 : Politiques sectorielles de l'Union Européenne et aménagement du territoire* n° 11: p. 63-74.
- Brossard, A. (1998). L'Intermodalité : enjeux et caractères, Atlas Atlantique permanent : Espace atlantique français.
- Brun, D. (1999). "Desserte des aéroports français : une plaie." *La Vie du Rail* n°2724.
- Bruneau, P. (1998). "Les Réseaux de villes en France : quels acteurs ? Quelles finalités ? Quel avenir ?" *Les Cahiers de Géographie du Québec* 42 n° 116 : p. 177-193.
- Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (1993). *Les Mots de la Géographie, dictionnaire critique*, Reclus, La Documentation Française. 520 p.
- Brunet, R. (1989). *Les Villes Européennes*. Paris, La Documentation Française. 179 p.
- Brunet, R. (1979). Systèmes et approche systémique en géographie. *Bulletin de l'Association des Géographes Français* n°465 : p. 399-407.
- Bunge, W. (1966). *Theoretical geography*. Lund (Sweden), C.W.K. Gleerup. 290 p.
- Bureau de l'observation économique et DGAC (2003, 2004, 2005, 2006.). *Bulletins Statistique Trafic Commercial : année 2002, année 2003, année 2004 et année 2005*. Paris, DGAC: 100 p.
- Burmeister, A. et Klein, O. (1999). "Introduction : Vers un renouvellement des approches?" *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n°36: p.5-10.
- Bury, J.-C. (2003). *Métropoles et structuration des territoires*. Paris, Conseil Economique et Social, DATAR: 262 p.
- Bussière, Y., Madre, J.-L., Armoogum, J. et Bernard, A. (1997). "Motorisation et intermodalité : une comparaison Montréal-Paris." *Transports* n°381: p.30-40.
- Caniaux, M., Joindrot, M. et Roccon, Y. (2000). *La Transversale Alpes-Atlantique: le trait d'union entre Europe et océan*. Paris, L'Harmattan. 174p.
- Carrère, G. (1997). *Les Transports en France*. Paris, PUF Que sais-je? n°3246 : 125p.

- Carrière, J.-P. et Mathis, Ph. (2005). L'Aménagement face au défi de l'environnement. Poitiers : ADICUEER : 312 p.
- Carrière, J.-P. (2005). "Une Réflexion sur la construction du polycentrisme en Europe : apports et limites du rapport Potentials polycentric development in Europe." Territoires 2030 : Analyses et débats n° 1: p. 47-64.
- Cattan, N. et Grasland, C. (2003). "ORATE / ESPON : un réseau de coopération pour un meilleur aménagement du territoire européen ou tout ce que vous avez toujours voulu savoir sans jamais oser le demander." Territoires 2020 : Territoires d'Europe / Territoires du monde n°7: p.141-156.
- Cattan, N., Pumain, D., Rozenblat, C. et Saint-Julien, T. (2000). Le système des villes européennes. Economica. Paris. 2ème édition: 243 p.
- Cattan, N. et Saint-Julien, T. (1998). "Modèles d'intégration spatiale et réseau des villes en Europe occidentale." L'Espace Géographique n°1: p.1-10.
- Caude, G. (1994). Etudes intermodales et choix d'infrastructures. Congrès international Francophone : Intermodalité et complémentarité des modes de transport, Paris, ATEC. P. 48-68
- CEMT (2000). Evolution des transports : 1970-1998. Paris, Editions de l'OCDE. 93 p.
- CEMT (2000). Méthodes d'analyses comparatives dans les transports : Méthodologies, applications et données nécessaires. Actes de la conférence tenue à Paris en novembre 1999. Paris, Edition de l'OCDE. 223 p.
- Cervero, R. (1998). The Transit metropolis: a global inquiry. Washington, D.C., Covelo, California, Island Press, Transportation Planning: 464 p.
- Challiol, B. (2000). "L'Aéroport de Marseille mise sur l'international pour contrer le TGV." Les Echos.
- Chamoin, P. (1994). "Interconnexion : des gares nouvelles." Revue générale du chemin de fer n°06-07: p.135-138.
- Chapelon, L., Jouvaud, B. et Ramora, S. (2006). "Pour un système intégré de pré- et post-acheminement des trafics ferroviaires grandes lignes." Mappemonde n°81 (1-2006): 16 p.
- Chapelon, L. (2003). Évaluation des chaînes intermodales de transport : l'agrégation des mesures dans l'espace et dans le temps. Colloque TILT 20 ans du G.R.R.T.1983-2003, Lille.
- Chapelon, L. et Bozzani, S. (2003). "L'Intermodalité air-fer en France : Une méthode d'analyse spatiale et temporelle." L'Espace Géographique Tome 32(n° 1): p.60-76.
- Chapelon, L. et Cicille, P. (2000). Atlas de France : Transports et énergie. Montpellier, Reclus, La Documentation Française : Vol. 14, 143 p.
- Chapelon, L. (1998-2000). GDR Libergéo, HyperGéo : encyclopédie électronique consacrée à l'épistémologie de la Géographie. Réseaux, accessibilité, flux, graphe... <http://libergeo.parisgeo.cnrs.fr/>.
- Chapelon, L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire: Evaluation spatio-temporelle de l'offre de transport par modélisation multi-échelles des

- systèmes de transport. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: p.550.
- Chapelon, L. (1996). Modélisation Multi-échelles des réseaux de transport : vers une plus grande précision de l'accessibilité. *Mappemonde*, 3/1996 : p.28-36.
- Chapuis, D. (2001). "Ile de France : La desserte d'Orly point de passage pour l'interconnexion TGV." *Les Echos : Equipement*.
- Chauchefoin, P. (2000). "Réseaux et territoires : regard sur quelques aspects de la politique nationale d'aménagement du territoire, entretien avec Jean-Louis Guigou (DATAR)." *Flux* n°39/40: p.68-75.
- Cinotti, E. et Treboul, J.-B. (2000). *Les TGV Européens*. Paris, PUF Que sais-je ? n° 3540 : 128p.
- Citrinot, L. (1993). "Train/Avion : entre compétition et complémentarité." *Aéroports magazines* n°242: p. 20-21.
- Claval, P. (2001). *Épistémologie de la géographie*. Paris, Nathan Université. 266p.
- Claval, P. (2005). L'Étude géographique des réseaux au croisement des théories de la communication et des relations institutionnalisées. 16ème FIG (Festival International de Géographie) Le monde en réseaux. Lieux visibles, liens invisibles, Saint-Dié-des-Vosges. 22p.
- CNT (1999). *Les Schémas multimodaux de services collectifs de transport de voyageurs et de marchandises : Eléments d'appréciation*. Paris, Conseil Nationale des Transports: p.16.
- Cokasova, A. (2003). *Modelling Air-Rail Intermodality from passenger perspective at major European airports*. University of Zilina, Faculty of operation and economics of transport and communication and Eurocontrol, department of air transport. Final Thesis. 109 p.
- Comité Interministériel de l'Aménagement et du Développement des Territoires (CIADT) (2003). *50 grands projets, pour une France attractive dans une Europe dynamique*. Paris, Ministère délégué à l'Aménagement du Territoire: 73 p.
- Commission Européenne (1999). *Schéma de Développement de l'Espace Communautaire (SDEC) : Vers un développement spatial équilibré et durable du territoire de l'Union Européenne*. Luxembourg: 94 p.
- Commission Européenne (2001). *Livre blanc — La politique européenne des transports à l'horizon 2010: l'heure des choix*. Luxembourg. 128p.
- Commission Européenne (2002). *Rapport sur les Politiques communautaires et l'Aménagement du territoire* (Document de travail de la Commission, 50 p.), <http://europa.eu.int>, page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". Consulté en 2005.
- Commission Européenne (2004). *Un nouveau partenariat pour la cohésion : convergence, compétitivité, coopération ; 3ème Rapport sur la cohésion économique et sociale*. Luxembourg, Commission Européenne, COM (2004) 107 du 18/02/2004: 248 p.
- Commission Européenne, ADP et IAURIF (2002). *Etude sur les capacités aéroportuaires alternatives, synthèse* (Introduction, résumé de l'étude et conclusion), <http://www.airportregions.org/ARC/Documents/Publications/>.

- Commission Européenne et DG Politique Régionale (2004). Rapport intérimaire sur la cohésion territoriale (Résultats préliminaires des études de l'ORATE et de la Commission Européenne, 103 p.), <http://europa.eu.int>, page consacrée aux "Actions structurelles en faveur de l'Aménagement du Territoire". Consulté en 2005.
- Commission Européenne et Direction Générale de l'Energie et des Transports (2005). Réseau transeuropéen de transport - RTE-T, axes et projets prioritaires. Luxembourg: 72 p.
- Common Options for Airport Regions (2001). Décollage vers la durabilité, <http://www.cofar.org>: 16 p.
- Communauté d'Agglomération de Dijon (2006). Le Grand-Dijon : Un projet Européen. Le TGV Rhin-Rhône, la grande vitesse au cœur de la ville, <http://www.grand-dijon.fr>. Consulté en 2006.
- Communautés d'Agglomérations et Agences d'Urbanismes de l'Espace Métropolitain Rhin-Rhône (2004). Réseau Métropolitain Rhin-Rhône : Dijon, Besançon, Montbéliard, Belfort, Mulhouse : Déclaration d'intention Métropolitaine. Dijon, Communautés d'Agglomérations, Villes et Agences d'Urbanisme du Réseau Rhin-Rhône: 47 p.
- Communautés d'Agglomérations et Agences d'Urbanismes de l'Espace Métropolitain Rhin-Rhône (2005). Réseau Métropolitain Rhin-Rhône : Dossier complémentaire : Déclaration d'intention Métropolitaine. Dijon, Communautés d'Agglomérations, Villes et Agences d'Urbanisme du Réseau Rhin-Rhône: 110 p.
- Conférence Européenne des Ministres des Transports (1983). L'Interaction du transport aérien et des transports terrestres en Europe. L'Interaction du transport aérien et des transports terrestres en Europe. OCDE. Paris: p.78-82.
- Conseil Général et Délégation générale routes transports et constructions (2004). Rapport d'étape et d'information sur l'avancement du projet de Tramway Leslys, http://www.rhone.fr/noheto/file/idelementsattachés/extrait/cg/0405/ext_054.pdf. Consulté en 2004.
- Conseil Régional du Nord-Pas de Calais (2006). Schéma Régional des Transports : Faire du Nord-Pas de Calais un Hub au cœur de l'Europe : projet soumis aux consultations et avis, séance plénière du 5 mai 2006. Lille, Conseil Régional: 84 p.
- Constan, O. (1996). "L'Intermodalité deux ans après." Aviation Civile 280: 8 p.
- Coriat, A. (1998). "La Gare du transport public." Revue générale du chemin de fer n°0035-3183: p.31-36.
- Cornil, M. et Halaubrenner, G. (2002). "Des Solutions pour développer le ferroviaire." Transports n°415: p.330-334.
- Courvoisier, J. (1994). "Aéroport de Charles de Gaulle : une réalisation exemplaire." Revue générale du chemin de fer n°06-07: p.145-155.
- Cousquer, Y. (2003). "Perspectives du transport aérien." Transports n°418: p.99-111.
- Coussain, Y. (2001). Schéma multimodal de services collectifs de transport de voyageurs. Paris, Document de l'Assemblée Nationale, Rapport Duron: p.5-37.

- Couybes, M. (2003). "CDG2E Le sixième élément." *Aéroports magazines* n°339: p.10-14.
- Curien, N. (2000). *Economie des réseaux*. C. Repères. Paris, La Découverte: 128 p.
- Dacharry, M. (1981). *Géographie du transport aérien*. Paris, LITEC. 370 p.
- Dagorn, R. (2003). *Métropole. Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Belin. Paris: p.609-611.
- Damien, M.-M. (1999). *Intermodalité Fret* (Chap. 8) et *L'Intermodalité dans le transport de voyageurs* (Chap. 9). *La Politique européenne des transports*. Paris, PUF Que Sais-je ? n°3498: p.70-90.
- DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2002). *Aménager la France de 2020 : Mettre les territoires en mouvement*. Paris, La Documentation Française. 112p.
- DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) (2004). *Appel à coopération métropolitaine : pour un rayonnement européen des métropoles françaises*. Paris, DATAR. 15p.
- DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale) et CIADT (Comité Interministériel de l'aménagement et du développement des territoires) (2003). *Pour un rayonnement européen des métropoles françaises: Eléments de diagnostic et orientations*. Paris, DATAR. 44p.
- De Noüe, M.-F., Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., et al. (1993). *Réseaux et Territoires : Groupe d'Etudes et de Mobilisation*. Paris, La Documentation Française. 175p.
- Delabrosse, S. (2003). *Aéroports régionaux secondaires en France et intégration européenne*. Mémoire de DEA. Le Havre, Université du Havre: 90 p.
- Der-Horng, L. (2004). *Urban and Regional transportation modelling: Essays in honor of David Boyce*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing Limited, *New dimensions in networks*: 398 p.
- Derycke, P.-H. (1992). *Espace et dynamiques territoriales*. Paris, Economica.
- Derycke, P. H. et Offner, J.-M. (1997). "Réseaux et équité territoriale : introduction." *Flux* n°27/28: p.5-7.
- Descoutures, P. (1992). *La France dans l'Europe des transports*. Paris, Conseil Economique et Social, *Journal Officiel*: p.7-20 / p.88-147.
- Di Méo, G. (1998). "De l'espace aux territoires : éléments pour une archéologie des concepts fondamentaux de la géographie." *L'Information Géographique* n°3: p.99-110.
- (DIACT) Touche, A.-S. (2006). *Les Coopérations métropolitaines en France : Fiches de présentation*. Paris, DIACT (Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires): 60 p.
- Diébold, H., Dollfus, V. et Lassale, S. (1993). "Les Pôles d'interconnexion multimodale : Les voyageurs en transit." *Annales de la recherche urbaine* n°57158: p.120-126.
- Dobruszkes, F. (2006). *An Analysis of European low-cost airlines and their networks*. *Journal of Transport Geography*, Vol. 14: p. 249-264.

- Dobruszkes, F. (2001). "Multimodalité TGV-avion : considération sur le cas de Bruxelles." *Belgéo* n°4: p.335-349.
- Droesbeke, F., Hallin, M. et Lefevre, C. (1987). *Les GRAPHES par l'exemple*. Paris, Ellipses. 288p.
- Dron, D. et Cohen De Lara, M. (1995). *Pour une politique soutenable des transports (Rapport au ministre de l'environnement, cellule de prospective et stratégie)*. Paris, éd. La Documentation Française. 327p.
- Dumolard, P. (1999). "Accessibilité et diffusion spatiale." *Espace Géographique* n°3: p.205-214.
- Dupéron, O. (2000). *Transport Aérien, Aménagement du territoire et Service public*. Paris, L'Harmattan. 263p.
- Dupuy, G. (1987). Vers une théorie territoriale des réseaux : une application aux transports. *Annales de Géographie* n°538 : p. 658-679.
- Dupuy, G. (1987). "Les Réseaux techniques sont-ils des réseaux territoriaux ?" *L'Espace Géographique* n°3: p.175-184.
- Dupuy, G. (1988). "Les Interconnexions." *Transports* n°331: 6 p.
- Dupuy, G. (1991). *L'Urbanisme des réseaux: Théories et méthodes*. Paris, Armand Colin. 198p.
- Dupuy, G. (2005). Réseaux et Aménagement : Nouvelles approches, nouveaux outils. 16ème FIG (Festival International de Géographie) Le monde en réseaux. Lieux visibles, liens invisibles, Saint-Dié-des-Vosges. 6p.
- Duron, P. (2001). Troisième aéroport : un défi pour le développement durable du territoire? Paris, Document de l'Assemblée Nationale, Rapport Duron: p.1-25.
- Duron, P. (2001). "Un Point de vue sur les schémas de services collectifs par..." *Territoires 2020 : Analyses et débats* n°4: p.25-26.
- Egal, Y. et Sivardière, J. (2003). "Un "3ème aéroport" en province ?" *FNAUT-infos* n°114: 1 p.
- Entreprise-SNCF (2001). Communiqué de presse : Bruxelles : 5 fréquences quotidiennes Thalys remplacent les vols Air France à partir du 25 mars 2001, <http://www.co.sncf.com/communiq/communiq005.htm>.
- Essig, P. (1997). "Le Concept TGV, des origines au TGV pendulaire." *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n°32: p.35-44.
- Etaix, S. (2004). "Les Liaisons rail-aéroport en Europe." *Rail Passion* n° 85: p. 92-93.
- European Commission (1999). *European Spatial Development Perspective: Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union*. Luxembourg, European Commission. 87p.
- Eurostat, CEMT et CEE-ONU (1997). *Glossaire des statistiques de transport : Transport Intermodal*. Bruxelles, Groupe de travail inter-secrétariat sur les statistiques de transport Eurostat, CEMT, CEE-ONU: 5 p.
- Evin, G. (2002). "Easyjet avale son concurrent Go." *L'Expansion*: 1 p.
- Evin, G. (2002). "Ryanair s'envole sur le créneau du "low cost"." *L'Expansion* 1 p.

- Facchinetti-Mannone, V. (2005). "La Nodalité des gares TGV périphériques." *Cahiers Scientifiques du Transport* n° 48: p. 45-58.
- Faludi, A. (2001). Introduction : The European Spatial Development Perspective (ESDP). *National Planning Conference, New Orleans*, <http://www.asu.edu/caed/proceedings01/index.htm>.
- Faludi, A. (2001). *The German role in the ESDP process. National Planning Conference, New Orleans*, <http://www.asu.edu/caed/proceedings01/index.htm>.
- Fournier, J. (1993). *Le Train, l'Europe et le service public*. Paris, Éd. Odile Jacob. 157p.
- François Moriconi-Ebrard (1994). *GEOPOLIS : pour comparer les villes du Monde*. Paris, Economica. 246p.
- Frédéric BROUARD - SQLpro (2003). *Le SQL de A à Z : 1ère partie - Bases de données, SQL et types de données*, <http://sql.developpez.com/sqlaz/fondements/>. Consulté en 2006.
- Fressoz, M. (1999). "Thalys rapproche Bruxelles de Roissy." *La Vie du Rail* n°2721: p.3-5.
- Fressoz, M. (1999). "Roissy, le SK a du plomb dans l'aile." *La Vie du Rail* 2684: p.29.
- Fressoz, M. (1999). "A Roissy, le Val après le SK." *La Vie du Rail* n°2703 : .
- Fressoz, M. (1999). "Comment faire venir les TGV sur les quais?" *La Vie du Rail* n°2703.
- Fressoz, M. (1999). "Roissy, l'affaire du SK 2 milliards pour 4,4 km. Les malheurs d'un prototype hors de prix." *La Vie du Rail* n°2701.
- Gardin, D. (1996). *Aérodromes et Environnement : Argumentaire*. Paris, Direction Générale de l'Aviation Civile: p.77.
- Gargaillo, L. et Planche, O. (1994). *Les Transports collectifs interurbains : des transports pour demain?* Paris, CELSE (Les presses du management). 124p.
- Gaudry, M. et Mayes, R. (2000). *La Libéralisation du transport aérien : bilan et perspectives*. Paris, Les presses de l'institut de transport aérien (ITA). 324p.
- Gautier, G. et Lugadet, J.-B. (2003). "Notre Dames des Landes, Toulouse : Les autres aéroports inutiles." *FNAUT-infos* 114: 2 p.
- Gelbmann-Ziv, B. (2000). "La Mobilité des personnes : évolution et perspectives." *Transports* n°401: p.177-185.
- Gerin, R. (1994). "Le Réseau TGV en 1994-1996." *Revue générale du chemin de fer* n°06-07: p.9-16.
- Gerondeau, C. (1993). *Les Transports en France : Quelques vérités bonnes à dire*. Paris, Transports Actualités (Groupe usine nouvelle, GEP Communication) : 328p.
- Ghigonis, H. (1999). *Pour une politique intermodale : le transport combiné*. Paris, Conseil économique et social.
- Ghorra-Gobin Cynthia (2001). *Réinventer le sens de la ville*. Paris, L'Harmattan. 266p.

- GIP-Transalpes (1996). Liaison ferroviaire transalpine Lyon-Turin : voyageurs à grande vitesse et fret, insertion régionale du projet. Etude de transport, volet voyageurs: 32p.
- Givoni M. (2003), "Aircraft and High-Speed Train substitution: an evaluation framework", paper presented at NECTAR Euroconference n°7, European transport systems between efficiency, equity and sustainability, 13-15 June, Umeå, Sweden.
- Godard, F., Boulin, J.-Y. et Dommergues, P. (2001). "Quels Espaces-temps de la vie quotidienne à l'horizon 2020?" Territoires 2020 : Etudes et Prospective n°3: p.45-54.
- Gorgeu, Y. (2002). "De l'Intérêt et de la difficulté de la mise en œuvre de la politique territoriale de la LOADDT." Territoires 2020 : Expériences n°5: p.53-68.
- Goulet-Bernard, S. et Golias, R. (1999). Politiques et pratiques d'intermodalité. Paris, GART. 162p.
- Goussot, M. (1998). Les Transports dans le monde. Paris, Armand Colin. 95p.
- Goze, M. (1998). "La Métropolisation comme référence de l'évolution des politiques urbaines." Revue d'Economie Régionale et Urbaine n°4: p.566-583.
- Graham, S. et Marvin, S. (2001). Splintering Urbanism: networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition. London, Routledge, Urban Studies: 479p.
- Grasland, C. (2004). Interaction spatiale (définition du concept), <http://hypergeo.free.fr>. Consulté en 2005.
- Grasland, L et Théry, H. (2004). La Généralisation des transports aériens en Europe : saturation du centre et redéploiement vers la périphérie. Mappemonde, 3/1994 : p. 40-42.
- Grassart, P. (1994). "Roissy : La rencontre du TGV et de l'avion." La Vie du Rail n°2468 : p.12-14.
- Grassart, P. (1994). "Deux équipes pour un client commun." La Vie du Rail n°2468 : p.21.
- Grassart, P. (1994). "Paris-Roissy : 25 minutes avec le RER." La Vie du Rail n°2468 : p.22.
- Grassart, P. (1994). "Main dans la main... jusqu'à quel point ?" La Vie du Rail n°2468 : p.16-18.
- Grassart, P. (1999). "Fiançailles SNCF-aérien : six mois de réflexion." La Vie du Rail n°2705 : p.5.
- Grassart, P. (1999). "La SNCF veut jouer à fond la carte de la complémentarité." La Vie du Rail n°2711: p. 39-40.
- Grassart, P. et Dumont, F. (1994). "Ensemble justement." La Vie du Rail n°2468 : p.19-20.
- Groupe MADITUC (2002). Glossaire Transport, Groupe MADITUC Département du Génie Civil de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

- Grübmeier, J. et Wesseli, M. (1998). "Les Raccordements ferroviaires d'aéroports en Allemagne: une forme de coopération entre le rail et l'avion." *Rail international* Juillet-Août: p.3-7.
- Guermond, Y., (dir.), Bonerandi, E., Cicille, P., et al. (2001). *Atlas de France : Territoire et Aménagement*. Montpellier, Reclus. 144p.
- Guermond, Y. d. (2005). *Modélisation en Géographie : déterminismes et complexités*. Paris, Lavoisier. 389p.
- Guigou, J.-L., Parthenay, D., Gérard-Varet, L.-A., Mougeot, M., et al. (2001). *De la France éclatée à la France maillée : la nécessaire modernisation de nos cadres territoriaux d'action publique. Aménagement du territoire. L. D. Française*. Paris, Extrait du Rapport du Conseil d'Analyse Economique: p. 11 - 45 (256 p.).
- Guinamard, L. (2003). "Aeris Express, une low cost à la française." *Aéroports magazines* n°340: p. 37.
- Gutiérrez, J. (2001). Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high speed line Madrid-Barcelone-French border. *Journal of transport geography*, Vol.9: p. 229-242.
- Guyard, M., Chapulut, J.-N. et Ranfaing, D. (2004). *Multimodalité Avion-TGV*. Paris, Ministère de l'équipement, des transports, de l'aménagement du territoire, du tourisme et de la mer. La Documentation Française: 166 p.
- Hägerstrand, T. (1970). "What about people in regional science?" *Papers of the Regional Science Association* n°24: p. 7-21.
- Hagnerelle, M. et al (1991). *Les Activités des hommes et leur localisation (Chap.6). Géographie : Présent/ Futur, Comprendre la Terre notre Planète*. Paris, éd. Magnard: p. 224 et suivantes.
- Haynes, K. (1997). "Intermodalism." *Journal of transport Geography* 5: p.21-22.
- Hébrard, C. (1994). *La Complémentarité air / rail. Quelle Intermodalité air / rail pour la région Sud-est ? Adifurta*. Marseille, Institut de Formation Universitaire et de Recherche en Transport Aérien: p.75-89.
- Hernandez Luis, J.A. (2002). Temporal accessibility in archipelagos: inter-island shipping in the Canary Islands. *Journal of transport geography*, Vol.10: p. 231-239.
- Hernet, P. (1995). *Les Algorithmes*. Paris, PUF Que sais-je ?
- Hirschhorn, M. et Berthelot, J.-M. (1996). *Mobilités et ancrages : Vers un nouveau mode de spatialisation?* Paris, Éd. L'Harmattan. 157p.
- Holz, J.-M. (1992). Chapitre 1. Gérer l'espace : L'action des collectivités locales dans l'aménagement et la dynamique d'une région européenne : La Ruhr. c. Etudes. Perpignan, Presses Universitaires de Perpignan: p.466.
- Hoyle, B. et Knowles, R. (1998). *Modern transport geography*. London, Wiley, 2nd ed.: 382 p.
- Huriot, J.-M. et Perreur, J. (1990). Distances, espaces et représentations. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°2 : p. 225.
- INSEE (2002). "Onze fonctions pour qualifier les grandes villes." *INSEE Première* n° 840: 4 p.

- ITA, Arthur D Little et Magazines, A. (2004). "Trafic aéroportuaire 2003, le palmarès mondial." *Aéroports magazines Hors série - Mai 2004*: p.3-64.
- ITA (Institut du Transport Aérien) (2003). "Trafic Aéroportuaire 2002, le palmarès mondial." *Aéroports magazines Hors Série*: p.66.
- Jamroziak, M. (2003). *La Bataille du ciel européen : l'Apogée des Low-Cost aériennes*, <http://lfonsek.free.fr/>. Consulté en 2006.
- Jodeau, J. (2001). "La Desserte aérienne du pourtour du bassin parisien (PdBP)." *Transports* n°410: p.410-425.
- Jomard, J.-M. (2000). "La Liaison internationale Thalys Bruxelles-Roissy-Charles-de-Gaulle : une étape importante dans l'intermodalité "Air-Fer"." *Revue générale du chemin de fer* Janvier: p.44-45.
- Julien, P. (2001). "Les Grandes villes françaises étendent leur influence." *INSEE Première* n° 766: 4 p.
- Kansky, K. J. (1963). *Structure of transportation networks : relationships between network geometry and regional characteristics*. Chicago, University of Chicago, Department of Geography, Research : 84 p.
- Kauffman, V. (2002). *Temps et pratiques modales. Le plus court est-il le mieux ? Rail et Transports* n°259 : p. 16-47.
- Kauffman, V. (2000). *Mobilité quotidienne et dynamiques urbaines : La question du report modal*. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes. 252p.
- K-Buy (2001). "E-procurement et Voyages et déplacement." *Newletter K-Buy* n°9 (fev. 2001): 8 p.
- Keeling D., S. (1995). *Transport and the world city paradigm. World cities in a world system*. C. U. Press. Cambridge: p. 115-131.
- Klein, O. (1997). "Le TGV-Atlantique et les évolutions de la mobilité: entre crise et concurrence." *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n°32: p.57-83.
- Kopecky, M. (1999). "Le Nouveau paysage ferroviaire européen." *Transports* n°398: p.392-416.
- Krafft, J. c. (1999). *Le Processus de concurrence*. Paris, Economica. 332p.
- Lacour, C., Delamarre, A. et avec la collaboration de Thoin, M. (2003). *40 ans d'aménagement du territoire*. Paris, La Documentation Française. 153p.
- Lacour, C. et Puissant, S. (1999). *La Métropolisation : Croissance, Diversité, Fractures*. Paris, Anthropos. 190 p.
- Laganier, R., Villalba, B. et Zuindeau, B. (2002). "Le Développement durable et le territoire : Eléments pour une recherche pluridisciplinaire." *Revue Développement durables et Territoires Dossier* p.1: 23.
- Lanneaux, M.-A. (2001). "'HUB" aéroportuaire, facteur de recomposition territoriale ?" *Mosella Tome XXVI- n°3-4*: 10 p.
- Lapautre, R. (2005). "Concentration du Transport Aérien." *Transports* n° 432: p.213-229.

- Laruelle, N., Le Bris, J., Lerolle, H. et DADT (2003). "L'Ile-de-France dans son environnement territorial national et européen." Note rapide sur le bilan du SDRIF Bilan stratégique, n° 19: 4 p.
- Last, J. et Manz, W. (2003) Unselected mode alternatives: What drives modal choice in long-distance passenger transport? Moving through nets: the physical and social dimensions of travel. 10th International Conference of travel behaviour research, Lucerne, 10-15 August 2003: 15p.
- Le Berre, M. (1995). Territoires. Encyclopédie de Géographie. Paris, Economica: p. 617-638.
- Le Duc, M. (1997). L'Europe en bref : Transports et voies de communications. Paris, Actes Sud. 74p.
- Leborgne, G. (2003). "Les Aéroports sous la pression des low cost." Rail & Transports n°272: p.20-24.
- Lefevre, C. (2004). Les Coopérations métropolitaines en Europe. Paris, DATAR. 46p.
- Leresche, J.-P., Joye, D. et Bassand, M. (1995). Métropolisations : Interdépendances mondiales et implications lémaniques. Genève, Georg. 315p.
- Leroy, S. (2000). "Sémantiques de la métropolisation." L'Espace Géographique n°1: p.78-86.
- Lévêque, L., Maurel, L. et Senelet, M. (2004). L'Offre métropolitaine française : vue par les emplois métropolitains supérieurs. Paris, Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme (FNAU), DATAR. 95p.
- Lévy, J. et Lussault, M. (2003). Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés. Paris, Belin. 1034 p.
- L'Hostis, A., Mathis, P., Bozzani, S., Buguellou, J.-B., et al. (2005). Polycentrisme européen et organisation des réseaux de transport : Mesures de la performance territoriale du système de transport. «Villes et réseaux en Europe : quelles intégrations territoriales ?». Session 4 : Réseaux d'échanges et de coopérations : quelles potentialités ? La Rochelle.
- L'Hostis, A., Menerault, P. et Decoupigny, C. (2004). Assessing Spatial Planning Policy with Accessibility Indicators: The case of Lille's Metropolis scenario. Transport Developments and Innovations in an Evolving World. Beuthe M., Himanen V. , Reggiani A. et Z. L. Berlin, Springer: p.293-312.
- L'Hostis, A. et Baptiste, H. (2003). Une Région polycentrique ? Analyse du service de transport dans le système urbain du Nord-Pas-de-Calais. Innovation Technologique pour les transports terrestres (TILT), Lille, G.R.R.T.
- L'Hostis, A. (1997). Images de synthèse pour l'Aménagement du territoire: La déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 310 p.
- L'Hostis, A. (1996). Transports et aménagement du territoire : cartographie par image de synthèse d'une métrique réseau. Mappemonde, 3/1996 : p.37-43.
- Machefert-Tassin, Y. (1999). "La Ligne nouvelle à Grande Vitesse de l'Eurotunnel à Londres." Revue générale du chemin de fer n°3: p.42-49.

- Mangin, C. (2002). Les Coopérations Interrégionales. Paris, La Documentation Française, DATAR. 103p.
- Marcadon, J., Auphan, E., Barre, A. et Chesnais, M. (1997). Les Transports: Géographie de la circulation dans le monde aujourd'hui. Paris, Armand Colin. 215p.
- Margail, F. (1993). Gestion des lieux d'échanges et rôle de l'interface. Paris, ENPC-DFC/SNCF-DAR: 8 p.
- Margail, F. (1994). "Interfaces et complémentarités des modes de transport : la recherche d'une cohérence des politiques de transport pour la desserte d'une aire urbaine." Les Enjeux des politiques de déplacement dans une stratégie urbaine, CETUR: p.304-322.
- Margail, F. (1996). "De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion (Note de recherche)." Flux n°25: p.28-35.
- Margail, F. (1998). De `l'Automobilité`à `l'intermodalité`dans les métropoles (From exclusive car use to `intermodality`in Metropolis). La Politique de déplacements urbains ; outils du Développement Durable (Urban Transport Policy). Balkema. Rotterdam: p.451-456.
- Marin, P. (1997). "Roissy : vote sanction contre l'extension." La Vie du Rail n°2602: p.44-45.
- Mas, I. (2001). "4 Discounters dans le ciel d'Europe." L'Expansion.
- Masson, S. (1998). "Interaction entre système de transport et système de localisation : de l'héritage des modèles traditionnels à l'apport des modèles interactifs de transport et d'occupation des sols." Les Cahiers Scientifiques du Transport n°33: p.79-108.
- Mathieu, G. (1994). "Interconnexion des lignes à grande vitesse et services de jonction." Revue générale du chemin de fer n°06-07: p.27-31.
- Mathis, P. (2003). Graphes et Réseaux : modélisation multiniveau. Paris, Lavoisier. 361p.
- Menerault, P. (1998). "Processus de territorialisation des réseaux : Analyse de la grande vitesse ferroviaire à l'échelle régionale." NETCOM 12(n°1-2-3): p.161-184.
- Menerault, P. (2002). Définitions : Interconnexion et intermodalité dans la théorie territoriale des réseaux. Glossaire Transport (A paraître). Comité Nationale de Géographie des Transports: 4 p.
- Menerault, P. (2002 (juin)). Représentations graphiques et théorie territoriale des réseaux. Salon-de-Provence, Les Cahiers du séminaire SEGUR: p.22-28.
- Menerault, P. et L'Hostis, A. (2000). Analyse des relations réseaux / territoires : Restructuration de l'offre ferroviaire de l'axe Lille / Valenciennes / Jeumont. Lille, GRRT (Groupement Régional Nord-Pas de Calais pour la Recherche dans les Transports): 85 p.
- Menerault, P. et Prouvost, S. (1995). Interconnexion et territoire : Interconnexion des réseaux de transports et aménagement dans la métropole lilloise. Lille, INRETS-ENTPE Convention DRAST: 37 p.

- Menerault, P. et Stransky, V. (1999). "La Face cachée de l'intermodalité : Essai de représentation appliquée au couple TGV/AIR dans la desserte de Lille." Les Cahiers Scientifiques du Transport n°35 : p.29-53.
- Mercadier, M. (1998). "Les Schémas multimodaux de services de transports." Métropolis n°106-107: p.108-111.
- Merenne, E. (1995). Géographie des transports. Paris, Nathan. 188p.
- Merlin, P. (2002). Le Transport Aérien. Paris, PUF Que sais-je? 127p.
- Merlin, P. (2002). L'Aménagement du territoire. Paris, Puf Presses Universitaires de France. 448p.
- Merlin, P. (1994). Les transports en France. Paris, La Documentation Française : 176 p.
- Merlin, P. (1992). Géographie des transports. Paris, PUF Que sais-je? n°1427 : 126p.
- Meunier, C. (1999). "Infrastructure de transport et développement : L'apport de l'économie des réseaux." Les Cahiers Scientifiques du Transport n°36: p.69-85.
- Meyzeng, C. (1997). Transports, géographie et développement en Rhône-Alpes, et plus spécialement en Pays de Savoie. Cahiers Savoisiens de Géographie : Transport et développement en Pays de Savoie. Centre interdisciplinaire scientifique de la montagne. Chambéry: p.9-15.
- Mignauw, T. (2002). "Le Moyen de résoudre le problème de la desserte de CDG par le transport public." Transports n°412: p.101-105.
- Mignot, D. (1999). "Métropolisation et nouvelles polarités. Le cas de l'agglomération Lyonnaise." Les Cahiers Scientifiques du Transport n°36: p.87-112.
- Ministère de L'Équipement des Transports et du Logement (2000). Schémas multimodaux de services collectifs de transport de voyageurs et de transport de marchandises. Paris, Datar: 105 p.
- Ministère de L'Équipement des Transports et du Logement (2002). Rapport d'activité 2001. Paris, Ministère de L'Équipement, des Transports et du Logement.
- Moingeon-Dreuil, P. (1998). "Voyages d'affaires : SNCF lauréate devant Air-France." La Vie du Rail n°2668: 1 p.
- Morellet, O. et Marchal, P. (1997). "Extension du réseau TGV et évolution du trafic multimodal." Les Cahiers Scientifiques du Transport n°32: p.27-34.
- Moretti, A. (1999). "L'Interconnexion : regards et politiques entre lignes, territoires et acteurs." Flux n°38: p.5-14.
- Moriconi-Ebrard, F. (1994). Géopolis, Pour comprendre les villes du monde. Paris : Anthropos. 246 p.
- Mosnat, A. (2001). "Le Renouveau de la politique française de transport." Définitions et questionnements autour des pôles d'échanges n°1: p.43-47.
- Mousel, M., Piechaud, J.-P. et Roure, J.-C. (1995). Des Transports nommés désir. Paris, Éd. Syros. 227p.

- Mulley, C. et D Nelson, J. (1999). "Interoperability and transport policy : the impediments to interoperability in the organisation of trans-European transport systems." *Journal of transport Geography* n°7: p.93-104.
- Münz, R. (2001). "Mobilité, migration, transport de masse au seuil du 3ème millénaire." *Rail international* Décembre: 176-177.
- Musso, P., Crozet, Y. et Joignaux, G. (2001). "Réseaux et territoires : la construction d'une problématique." *Territoires 2020 : Etudes et Prospective* n°3: p.101-114.
- My SQL AB (2006). Manuel de référence ("My SQL Reference Manual"), <http://dev.mysql.com/doc>. Consulté en 2006.
- Nana, J.-P. (1993). "Le TGV au cœur de l'aéroport." *Aéroports magazines* n°236: p.16-17.
- Nangeroni, C. (2005). "Huit liaisons Prais-Provence à la loupe." *Villes et Transports*, Les Editions de la Vie du Rail Hebdomadaire du 4 mai 2005: 4 p.
- Navarre, D. (1999). L'Impact de l'intermodalité avion-train à grande vitesse sur la demande aérienne. Le Développement de la grande vitesse ferroviaire en Europe : Concurrence ou complémentarité avec le transport aérien ? IAURIF. Paris, Institut d'aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France: p.17-26.
- Navarre, D. (2003). "L'Europe de la grande vitesse et l'intermodalité passagers air-rail." *Cahiers de l'IAURIF* n°139-140: p.130-134.
- Neiertz, N. (1994). "Etude d'un mode d'interconnexion de réseaux : le cas d'aéroport de Paris." *Transports Urbains* n°84: p.15-22.
- Niérat, P. (1998). Anatomie d'un réseau intermodal HUB and SPOKE. Arcueil : INRETS, Rapport n°220. 76p.
- OAG Worldwide Limited (2002). *OAG Rail Guide, valid 28 October - 1 December. Dunstable.*
- Offner, J.-M. (1993). "Le Développement des réseaux techniques : un modèle générique." *Flux* n°13-14 Juillet-Décembre: p.11-18.
- Offner, J.-M. (1994). "Réseaux, Territoires et Organisation sociale." *Problèmes politiques et sociaux* n°740: p.2-4.
- Offner, J.-M. (1999). "Réseaux et territoires en interconnexion : Avant propos." *Flux* n°38: 4 p.
- Offner, J.-M., Hubert, J.-P., Margail, F. et Zembri, P. (1995). Les Enjeux organisationnels et territoriaux des interconnexions de réseaux de transports collectifs. Paris, CNRS-GDR 903 "Réseaux": p.112.
- Offner, J.-M. et Pumain, D. (1996). *Réseaux et Territoires : significations croisées.* Paris, De l'Aube. 280 p.
- Ollivro, J. (1995). "La Gare Rhône-Alpes sud et l'espace "Rovaltain" : de l'espace traversé à l'espace dynamisé ?" *Mappemonde* n°2/1995: p. 18-20.
- Ollivro, J. (2000). *L'Homme à toutes vitesses : de la lenteur homogène à la rapidité différenciée.* Rennes, Les PUR (Presses Universitaires de Rennes). 179p.

- ONU, Commission mondiale sur l'environnement et le développement. (1987). Notre avenir à tous, Edition du Fleuve. 430p.
- ORATE-ESPON (2002). Official Website of the Espon 2006 programme, Supported by the EU-Community initiative Interreg III, <http://www.espon.lu/>.
- ORATE-ESPON (2004). Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion (2002-2004) Project 1.2.1 (Réseaux et services de transport : Tendances territoriales et offre d'infrastructures pour la cohésion territoriale), http://www.espon.lu/online/documentation/projects/thematic/thematic_17.html. Consulté en 2005.
- Oudin, J. (2001). Rapport d'information sur la politique commune des transports. Paris, Délégation du Sénat pour l'Union européenne: p.76.
- Paillet, P.-H. (1994). "Aménagement du territoire." Revue générale du chemin de fer n°06-07: p.179-181.
- Paris, D. (2002). "Lille, de la Métropole à la Région Urbaine." Mappemonde n°66 2002. n°2: 8 p.
- Paris, D. et Stevens, J.-F. (2000). Lille et sa région urbaine ; la bifurcation métropolitaine. Paris, L'Harmattan. 265p.
- Parrotin, G. (1994). Des Equipements plus performants, des services mieux adaptés. Les Orientations de la politique d'Aménagement du territoire à l'horizon 2015. Conseil Économique et Sociale (CES). Paris. n°3: p.27-31.
- Paul-Dubois-Taine, O. (2002). "Le Livre blanc sur l'avenir de la politique commune des transports: des avancées à approfondir pour le développement de l'espace communautaire." Territoires 2020 : Territoires d'Europe / Territoires du monde n°5: p.75-78.
- Pavaux, J. (1991). Les Complémentarités TRAIN / AVION en Europe. Paris, SETEC. 162p.
- Pavaux, J. (1995). Le Transport aérien à l'horizon 2020 : Elément de réflexion prospective. Paris, Presse de l'Institut du Transport Aérien, publié avec la collaboration des Aéroports de Montréal. 226p.
- Peeters, D. et Thomas, I. (1997). "Distance Lp et localisations optimales : Simulation sur un semi-aléatoire de points." Les Cahiers Scientifiques du Transport n°31: p.55-70.
- Pelier, G., Brachet, V., Biotti, J.-C., Lemaire, M., et al. (1994). Dossier de presse : Inauguration de la gare TGV-Satolas, 28 Juin 1994. Lyon, Aéroport de Lyon: p.35.
- Pény, A. (1999). "Gares, Aérogares et Hangars." Annales des Ponts et Chaussées n°89: p.19-25.
- Perrin, J.-L. (1995). Le Développement de l'intermodalité rail / avion en France. ENPC-DGAC. Paris, Paris XII: 50 p.
- Perrinelle, C. (2002). "La Conception commerciale du service voyageur." Revue générale du chemin de fer n°3: p.37-47.

- Perrod, P. (1999). L'Intermodalité dans les transports publics. Conférence Européenne des Ministres des Transports "*Strengthening the transport chain: International Seminar on Ways of Improving and Integrating Transportation Systems for Elderly and Disabled People*", Gothenburg.
- Peyrony, J. et avec la collaboration de Hingray, M.-C. (2002). Le Schéma de Développement de l'Espace Communautaire. Paris, DATAR. 103p.
- Philipponneau, M. (1999). La Géographie appliquée : du géographe universitaire au géographe professionnel. Paris, éd. Armand Colin. 299p.
- Philippot, S. et Lefevre, M.-O. (2003). Le Transport aérien régional. Les dossiers du Centre d'Information Économique. Metz, Chambre de Commerce et d'Industrie de Moselle: 6 p.
- Pinchemel, P. e. G. (1997). Livre II : Espace, création des sociétés humaines. Chap.6 : Les Réseaux. La Face de la terre. Paris, éd. Armand Colin 5ème éd. : p.96-109.
- Pini, G. (1991). La Géographie des transports (Chap. 8). Les Concepts de la géographie humaine (Bailly, Antoine et al.). Paris, Masson. 2ème éd. : p.135-145.
- Piquant, M. (2003). "Le Grand Sud-est Français. Un espace stratégique dans la recomposition spatio-logistique en cours en Europe?" Espace Géographique n°2-2003: p.98-112.
- Plassard, F. (1990). "Le Devenir de Satolas." Revue Géographique de Lyon 62(1): p.52-54.
- Plassard, F. (1991). "Le Train à grande vitesse et le réseau des villes." Transports n°345: p.14-23.
- Plassard, F. (1995). Les Réseaux de transport et de communication. Encyclopédie de Géographie (Bailly, Antoine, Ferras, Robert et Pumain, Denise). Paris, Economica: 515-533.
- Plassard, F. (1995). Infrastructures de transport et développement régional. Communication au symposium COST 317. Bâle, COST 317.
- Poingt, M.-H. (1998). "Quand le train et l'avion font alliance." La Vie du Rail n°2656: p.4-5.
- Poingt, M.-H. (1999). "Quand l'avion fait appel au train." La Vie du Rail n°2711: 34-37.
- Poingt, M.-H. (1999). "Six nouvelles liaisons SNCF-Air France." La Vie du Rail n°2713: p.10.
- Poingt, M.-H. (1999). "Paris Roissy Charles de Gaulle, la liaison manquante." La Vie du Rail n°2691: p.34-37.
- Poingt, M.-H. (1999). "A Londres, une navette ferroviaire qui fait rêver." La Vie du Rail n°2691 p.37-38.
- Poingt, M.-H. (1999). "United Airlines mise toujours plus sur le TGV." La Vie du Rail n°2697: p.10.
- Poingt, M.-H. (1999). "LYON-SATOLAS épinglé pour son optimisme." La Vie du Rail n°2679: p.56.

- Poingt, M.-H. (1999). "Le Train au secours de l'avion." *La Vie du Rail* n°2691: p.34-35.
- Poingt, M.-H. (1999). "Air France conforte son choix Lyonnais." *La Vie du Rail* n°2694: p.29.
- Poingt, M.-H. (2000). "Vol au-dessus d'un ciel trop plein." *La Vie du Rail* n°2733: p.32-33.
- Poingt, M.-H. (2000). "Le Rail et la route : RATP et SNCF, la bataille de Roissy." *La Vie du Rail* n°2736: p.31.
- Poingt, M.-H. (2000). "La SNCF renforce ses liens avec United Airlines." *La Vie du Rail* n°2740.
- Poingt, M.-H. (2000). "Un Troisième aéroport "inélucltable" à Paris." *La Vie du Rail* n°2741.
- Prud'homme, R. et al. (1999). Notre système de transport est-il durable? (*Is our present system transport sustainable?*) Paris, Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Aéroport de Paris. 92 p.
- Pucci, P. (1999). "Interconnexion et rôle des nœuds d'infrastructures : du sectoriel au général." *Flux* n°38: p.30-38.
- Pumain, D. (1994). La Modélisation des réseaux urbains. Texte préparé comme un rapport pour le PIR Villes en 1994 et jamais publié. Paris, 14 p.
- Pumain, D. et Saint-Julien, T. (1993). "Le Réseau de villes de dimension européenne." *Hommes et Terre du Nord* n°1: p. 15-25.
- Pumain, D. et Saint-Julien, T. (1997). *L'Analyse spatiale : Localisation dans l'espace*. Paris, Armand Colin. 162 p.
- Pumain, D. et Saint-Julien, T. (2001). *Les Interactions spatiales*. Paris, Armand Colin. 191 p.
- Raffarin, J.-P. (2001). "Un Point de vue sur les schémas de services collectifs par..." *Territoires 2020 : Analyses et débats* n°4: p.27-29.
- Raffestin, C. (1979). Qu'est-ce que le territoire ? (Chap.1). Pour une géographie du pouvoir. Paris, Litec. XIII: p.129-147.
- Raffestin, C. (1979). Les Quadrillages du pouvoir (Chap. 2). Pour une géographie du pouvoir. Paris, Litec. XIII: 1 p.48-167.
- Raffestin, C. (1979). Nodosité, Centralité et Marginalité. Pour une géographie du pouvoir. Paris, Litec. XIII: p.168-180.
- Raimond, C. (1996). Transports, concurrence, et territoire dans la Nord-Pas-de-Calais : l'exemple des lignes ferroviaires à grande vitesse et aériennes Lille/Lyon - Lille/Londres. UFR d'Histoire-Géographie. Arras, Université d'Artois: 147 p.
- Raux, C. et Souche, S. (2001). "Comment concilier efficacité et équité dans la politique tarifaire des transports ? Le cas de TEO à Lyon." *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n°40: p.27-52.
- Rees, J.-H. et Deblanc, C. (2004). "La Politique communautaire des réseaux transeuropéens de transport et l'aménagement du territoire en Europe."

- Territoires 2020: Politiques sectorielles de l'Union Européenne et aménagement du territoire n° 11: p. 53-62.
- Reis, R. (2004). "Les Réseaux Transeuropéens de Transport : Un point de vue du Portugal." Territoires 2020 : Politiques sectorielles de l'Union Européenne et aménagement du territoire n° 11: p. 47-52.
- Renard, J. (2000). "Nantes, métropole inachevée?" L'Information Géographique n°2: p.117-133.
- Reymond, H., Cauvin, C. et Kleinschmager, R. (1998). L'Espace géographique des villes : pour une synergie multistrates. Paris, Anthropos. 557p.
- Reynaud, A. (1982). "Le Noyau dur de la géographie ou la géographie à la recherche d'elle-même." TIGR (Travaux de l'Institut de Géographie de Reims n°49-50: p.37-61.
- Reynaud, C., Salini, P. et Gac, G. (1989). "Réseaux de transport à grande : Quelles évolutions ?" Transports n°335 : p.158-166.
- Ribeill, G. (1986). "Réseaux techniques : le développement à la française." Métropolis 2ème Trimestre n°73-74: p.83-88.
- Ribeill, G. (1999). "La Gare au confluent utopique de réseaux et services, ou le mythe récurrent de l'interconnexion." Annales des Ponts et Chaussées n°89 : p.10-18.
- Rickard, C. (1984). Les Autoroutes. Paris, PUF Que sais-je? n°2198 : 128p.
- Rietveld, P. et Brons, M. (2001). Quality of hub-and-spoke networks; the effects of timetable co-ordination on waiting time and rescheduling time. Journal of Air Transport Management, Vol.7: p.241-249.
- Rivière, B. (1993). "Pour un renouveau du transport aérien." Aéroports magazines n°242 : p.22-24.
- Robert, J. (2004). "Politiques communautaires et territoires : Enjeux relatifs aux impacts régionaux des politiques communautaires non territorialisées." Territoires 2020 : Politiques sectorielles de l'Union Européenne et aménagement du territoire n°11: p. 7-14.
- Rochat, P. (2002). Intermodal transportation fosters international trade and sustainable development, IATA.
- Rodrigue, J.-P. et Comtois, C. (1999). Transport intermodal et transport multimodal, blues.lemig.umontreal.ca/geotrans/fr/ch3fr/conc3fr/ch3c5fr.html.
- Roth, P. (2003). "Quelle desserte aérienne intercontinentale et régulière pour les aéroports non-hubs européens?" Transports n°417 : p.10-20.
- Rouchaleou, P. (1999). "Lufthansa-DBAG, une coopération en "stand by"." La Vie du Rail n°2711 : p.38-39.
- Rousset, I. (2005). Aéroport de Lyon Saint-Exupéry : l'intermodalité au départ de Valence (Dossier de Presse). Lyon, Aéroport de Lyon Saint-Exupéry : 12 p.
- Roux, Y. (1997). Vers une spécificité de l'aéroport d'Annecy ? Cahiers Savoisien de Géographie : Transport et développement en Pays de Savoie. Centre interdisciplinaire scientifique de la montagne. Chambéry : p.69-76.

- Roy, G. (2001). "Intermodalité sur la voie de la coopération avion-train." *Aéroports magazines* n°320 : p.18-21.
- Roy, G. (2003). "Coups de froid sur les hubs régionaux." *Aéroports magazines* n°335 : p.10-11.
- Roy, G. (2003). "LOW-COST la déferlante." *Aéroports magazines* n°335 : p.46-47.
- Roy, G. (2003). "Après la faillite de Sabena, Bruxelles se reconstruit." *Aéroports magazines* n°336 : p.16-17.
- Roy, G. (2003). "Entre Paris et Roissy CDG Express, un projet indispensable." *Aéroports magazines* n°338 : p.18-20.
- Roy, G. (2004). "EUROPE, Les low-cost sortent de leur niche." *Aéroports magazines* n°348 : p.22-26.
- Rozenblat, C. (2004). *Tissus de villes : Réseaux et systèmes urbains en Europe. Géographie.* Montpellier, Université Montpellier III. 191 p.
- Rozenblat, C. et Cicille, P. (2003). *Les Villes européennes : Analyse comparative.* Paris, DATAR. La Documentation Française. 94p.
- Rozenblat, C. (1995). *Tissu d'un semis de villes européennes.* Mappemonde, 4/1995 : p.22-27.
- Saint-Julien, T. (1992). "Réseau, armature, système urbain : Glissements de sens, nouvelles questions, ré-écriture ?" *L'Information Géographique* n°56: p. 63-70.
- Santos, Milton (traduit par) Tiercelin, M.-H. (1997). *La Nature de l'espace : Technique et temps, raison et émotion.* Paris, éd. L'Harmattan. 279p.
- Sarazin, J. (2000). "L'Intermodalité cherche sa voie: un moyen d'optimiser les capacités aéroportuaires." *Aéroports magazines* n°305 : p.36-39.
- Sassen, S. (2002). *Global Networks: Linked cities.* London, Routledge, Urban Studies / Geography: 368 p.
- Sassen, S. (1996). *L'Etat et la ville globale : notes pour penser l'inscription spatiale de la gouvernance*, <http://multitudes.samizdat.net/>. Mise en ligne 1996, consulté en 2005.
- Sassen, S., Éd. (1996). *La Ville Globale : New York, Londres et Tokyo. The Global City : New York, London and Tokyo*, traduit de l'américain par Denis-Armand Canal,. Paris. 536p.
- Sauvalle, E., Renaudin, L. et Chamoin, P. (1994). "Aéroport Charles de Gaulle : Une gare multimodale." *Revue générale du chemin de fer* : p.139-143.
- Savant, A. et Salager, J. (2002). "L'Accessibilité des villes et des territoires aux réseaux de transport." *Note de synthèse du SES Mai-Juin* : 8 p.
- Savy, M. (2001). "Un Point de vue sur les schémas de services collectifs par..." *Territoires 2020 : Analyses et débats* n°4 : p.23-24.
- Service de presse, e. d. é. (2001). *Le Hub de Roissy-Charles-de-Gaulle2 : un outil stratégique pour Air France.* Paris, Air France : p.1-10.
- SNCF (2005). "TGV Est Européen : une nouvelle proximité pour 37 millions d'européens." *Dossier de presse* : 9 p.

- Sottiaux, C. et Mühlstein, P. (1994). "L'Insertion des projets TGV dans l'environnement." *Revue générale du chemin de fer* n°06-07 : p.83-94.
- Starostina, N. (2005). *"Mass culture, social imaginary and creating intermodal transportation network : a lesson from France in the 1920s - 1930s"*. Communication au colloque de clôture de l'action COST-340 "Vers un réseau de transport intermodal européen : les leçons de l'histoire", Paris.
- Stathopoulos, N. (1993). "Points de réseaux et complexes d'échanges : Quand ville et transports se rencontrent..." *RATP Savoir-Faire* n°8 : p.23-29.
- Stubbs, J. et Jegede, F. (1998). *"The Integration of rail and air transport in Britain"* *Journal of transport Geography* n°6(1) : p.53-67.
- Taroux, J.-P. (1982). Les Déplacements interrégionaux : Complémentarité ou concurrence ? Les Transports en France : Situation au début des années 80 et nouvelles politiques. La Documentation Française. Paris. n°4684-4685-4686 : p.89-99.
- Tarrius, A. (1989). *Anthropologie du mouvement*. Caen, Éd. Paradigme. 185 p.
- Tasiaux, R. (2001). "Rail-Air : Convergence ou divergence?" *Rail international* Décembre : p.189-191.
- Teffra, M. (1996). *Economie des transports*. Paris, Éd. Ellypses. 187p.
- Thomas Cook Publishing (2003). *Thomas Cook, European Timetable: Railway and shipping services throughout Europe (March 2003)*. Peterborough. 576p.
- Thompson, I. B. (1995). "High-speed transport hubs and Eurocity Status: the case of Lyon." *Journal of transport Geography* n°3(1) : p.29-37.
- Tisseuil, J.-M. (1998). "Correspondance avion-train : un rendez-vous manqué ?" *La Vie du Rail* n°2662 : p.62-63.
- Troin, J.-F. (1995). *Rail et aménagement du territoire : Des héritages aux nouveaux défis*. Aix-en-Provence, Éd. EPISUD. 262 p.
- Troin, J.-F. (2005). *La Grande vitesse ferroviaire en Europe : Maillage transnational ou réseau déconnecté ?* 16ème FIG (Festival International de Géographie) Le monde en réseaux. Lieux visibles, liens invisibles, Saint-Dié-des-Vosges.
- Troin, J. (2002). "Priorité au ferroviaire, les raisons d'un choix." *Transports* n°412 : p.106-107.
- Union Internationale des Chemins de fer (UIC) (1999). *Air / HS Rail: From competition to complementarity*. Presentation at future of rail conference, Berlin.
- Union Internationale des Chemins de fer (UIC) (2002). *Les Trains à grande vitesse en Europe*, <http://www2.uic.asso.fr>. 2005.
- Union Internationale des Chemins de fer (UIC) (2005). *AIR / HS RAIL from Competition to Complementarity* (Air / Rail GV : de la concurrence à la complémentarité), http://www2.uic.asso.fr/d_gv/toutsavoir/air-rail_en.pdf.
- Union Internationale des Chemins de fer (UIC) (2005). *Grande vitesse - Tout savoir sur la GV : Définitions*, <http://www2.uic.asso.fr>. Consulté en 2005.
- Van Klink, A. et Van Den Berg G.C. (1998). *Gateways and Intermodalism*. *Journal of Transport Geography*, Vol. 6: p. 1-9.

- Van Zijst, W. A. (1998). "Coopération entre l'aéroport de Schiphol et les chemins de fer néerlandais." *Rail international* Juillet-Août : p.15-17.
- Varlet, J. (1987). *Géographie des relations ferroviaires en France*. Clermont-Ferrand : 219 p.
- Varlet, J. (1992). *L'Interconnexion des réseaux de transport en Europe : éléments de géographie prospective*. Paris, ITA: 162 p.
- Varlet, J. (1994). *L'Interconnexion, un concept d'organisation de l'espace*. Villes et transport. Paris. 1 p.
- Varlet, J. (2000). "Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique." *Flux* n°41 : p.5-16.
- Varlet, J. (2003). "Intermodalité et Territoires." *R.G.T Express (Réseau des Géographes de transports)*, Lettre d'informations n° 6 & 7: 18 p.
- Varlet, J. (sous la direction.). (1998). *Autoroutes, économie et territoires (Actes du colloque SACTAR, 18-19 mai 1995)*. Clermont-Ferrand, éd. CERAMAC. 423p.
- Veldhuis, J. (2004). Impact of Air France – KLM merger for airlines, airports and air transport users. *Journal of air transport Management*, Vol.11: p. 9-18.
- Veltz, P. (1996). *Mondialisation, Villes et Territoires : L'économie d'archipel*. Paris, PUF. 264 p.
- Vicaire, V. (2004). "Concurrence Fer-Air et évolution récente du transport ferroviaire de voyageurs." *Notes de synthèse du SES* n°151 : p.7.
- Vickerman, R.W. (1974). Accessibility, attraction and potential : a review of some concepts and their use in determining mobility. *Environment and Planning A*. Vol. 6 : p. 675-691.
- Vilmart et Paix (1994). *Les Effets des ruptures de charge sur la concurrence entre l'avion et le train*. Paris, SNCF Direction de la recherche: 8 p.
- Vincent, J.-P. (1994). "Interconnexions en Ile -de -France : les futures dessertes." *Revue générale du chemin de fer* n°06-07 : p.33-35.
- Wachter, S. (2001). "Les Mutations de l'accessibilité : risques et chances pour les politiques d'aménagement." *Notes du Centre de Prospective et de Veille Scientifique (CPVS)* n°15 : p.24.
- Wackermann, G. (2000). *Très grandes villes et métropolisation*. Paris, Ellipses.
- Weibel, P. (2002). "Bimodalité air-fer." *Rail international* : p.23-28.
- Williams, K. (2005). *Spatial planning, Urban form and sustainable transport*. Aldershot, Ashgate, Oxford Brookes University Urban Planning and Environment: 226 p.
- H.M.Wilson, N. et Nuzzolo, A. (Edited by). (2004). *Schedule-based dynamic transit modelling: theory and applications*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers Group: 282p.
- Wolkowitsch, M. (1992). *Géographie des transports*. Paris, Éd. Armand Colin. 382p.
- Yannis, G. (1995). "Gestion des flux et stratégie concurrentielle dans le transport." *Les Cahiers Scientifiques du Transport* n°30 : p.3-17.

- Zaccaï et Bauler (à paraître). Indicateurs de développement durable. Dictionnaire du Développement Durable belge. Institut pour un Développement Durable SSTC : 8 p.
- Zembri, P. (1992). "T.G.V. - Réseau classique : des rendez-vous manqués ?" Transports Urbains n°75 : p.5-14.
- Zembri, P. (1997). Aménagement du territoire et transport : un bilan critique de la production intellectuelle des années 1990 (Rapport Final ; Recherche "Architecture des réseaux de transport et développement du territoire"). Paris, GDR 903 "Réseaux" (AAENPC) / DRAST 1995 : 114 p.
- Zembri, P. (2000). "Les Premiers effets spatiaux des recompositions de réseaux aériens en France : des effets d'aubaines fragiles mais une réelle ouverture de nombreuses régions françaises." Flux n°41: 28-40.
- Zembri, P. (2005). Les Compagnies aériennes "Low Cost" : Vers une nouvelle géographie des réseaux ? Approches comparées Europe - Etats Unis. 16ème FIG (Festival International de Géographie) Le monde en réseaux. Lieux visibles, liens invisibles, Saint-Dié-des-Vosges.

Sources électroniques :

- Aéroport de Metz-Nancy Lorraine (2006). Aéroport de Metz-Nancy Lorraine : Investissements, <http://www.metz-nancy-lorraine.aeroport.fr>. Consulté en 2006.
- Aéroports de Paris (2003). Le Trafic en 2002. Paris, Direction de la communication.
- Aéroports de Paris (2006). Accéder à nos aéroports en transports en commun, www.aeroportsdeparis.fr/. Consulté en 2006.
- Aéroports de Paris (2006). Aéroports de Paris, www.aeroportsdeparis.fr/. Consulté en 2006.
- Amadeus et Global Travel Distribution, S. A. (2003). Amadeus, Your Travel Website, <http://www.amadeus.net/home/new/index-fr.htm>.
- Assemblée Nationale (Consulté en 2005). La Décentralisation (1789 - 2002), <http://www.assemblee-nationale.fr/histoire/decentralisation.asp>.
- Association Ville & Aéroport (2002). L'Aéroport de Roissy Charles de Gaulle. (Source électronique).
- Association Ville & Aéroport (2002). L'Aéroport de Lyon-Saint Exupéry. (Source électronique).
- Aventure du Bout du Monde (Association) (2002). Guide du passager : Lexique de l'aérien : des définitions utiles, <http://www.abm.fr/avion/gvadef.html#anchor604969>. Consulté en 2002.
- A-Z Information Ltd (2003). *A-Z World Airports Online, Country Index*, <http://www.azworldairports.com/airports/index.htm>.
- Cellule Économique Régionale des Transports (2004). Sélection d'indicateurs du transport 2003, Région Nord Pas de Calais. <http://www.cr-npdc.fr/sit/intro.htm>.
- Collicard, J.-P. (2001). La Région Rhône-Alpes : un espace réticulaire en mutation, <http://www.ac-grenoble.fr>. Consulté en 2006.

- Commission Européenne (1997). Transports combinés : Intermodalité des transports de fret, <http://europa.eu.int/scadplus/leg/fr/lvb/l24179.htm>.
- Commission Européenne (2002). Cohésion économique et sociale, <http://www.lacitoyennete.com/magazine/mots/cohesion.php>.
- Commission Européenne (2003). Le Transport Aérien, http://europa.eu.int/comm/transport/air/index_fr.htm.
- Conseil Européen (1994). Conseil Européen Réunion des 9 et 10 décembre 1994 à Essen Conclusions de la présidence, http://www.senat.fr/europe/essen_1994.pdf. Consulté en 2005.
- CONVERA et Office de la langue Française (2002). Le Grand Dictionnaire Terminologique, http://www.granddictionnaire.com/_fs_global_01.htm.
- Deutsche Bahn AG (2005). Die Bahn DB, Reiseauskunft (Renseignements Horaires), <http://reiseauskunft.bahn.de/bin/query.exe/dn?getstop=1>. Consulté en 2002.
- Eurostat (2001). Projet de glossaire sur les statistiques du transport aérien. Atelier MED-Trans sur les statistiques de l'aviation, Francfort, <http://forum.europa.eu>.
- Eurostat (2002). CODED: Base de données de concepts et de définitions d'Eurostat, <http://forum.europa.eu.int/irc/dsis/coded/info/data/essai/fr/all.htm#T>.
- Gaubert, N. (2005). Le Concept de « polycentrisme », <http://www.espacestemp.net/document539.html>.
- Gliszczynski, F. (2004). Le TGV low-cost contraint Easyjet à fermer Paris-Marseille. La Tribune, <http://www.latribune.fr>. Consulté en 2006.
- Gliszczynski, F. (2006). Les low-cost et le TGV renforcent la concurrence. La Tribune, <http://www.latribune.fr>. Consulté en 2006.
- Groupe d'Intérêt Economique, CDG Express (2002). CDG Express: La liaison ferroviaire dédiée entre Paris et l'aéroport Roissy-Charles-de-Gaulle, <http://www.cdgexpress.org/projet.htm#des>.
- Hazaël-Massieux, D. (2004). Principes de l'algorithme de Dijkstra, <http://www.nimbustier.net>. Consulté en 2006.
- Highbury Columbus Travel Publishing Ltd. (2006). Guide Mondial des Aéroports, Highbury Columbus Travel Publishing Ltd. <http://www.guidemondialdesaeroports.com/>.
- IARO et Ltd, N. (2002). Dessertes Ferroviaires des Aéroports dans le Monde, http://www.airportrailwayoftheworld.com/arc_en.html.
- JDN et solutions (Benchmark Group) (2002). Après Amadeus, Galiléo entend offrir des connexions en mode Web Services, http://solutions.journaldunet.com/0207/020704_galiléo.shtml. Consulté en 2006.
- Marketing et Department, C. C. (2003). Flughafen Berlin, www.berlin-airport.de/. 2003.
- Mobilité, Transport et Mobilité. (2002). Glossaire du transport et de la mobilité. http://www.lepur.geo.ulg.ac.be/Cpdt/Pages/Glossaire/Glossaire_transport_texte.html.

- Moriconi-Ebrard, F. (Consulté en 2003, 2004, 2005 et 2006). Géopolis : Base de données,
<http://www.geo.univ-avignon.fr/Site%20Avignon/pages/labo/index%20geopolis.html>.
- OCDE (2002). Glossaire : Terminologie en Transports Combinés,
<http://www1.oecd.org/cem/online/glossaries/termcomb.pdf>.
- ONU et Sociales), DESA (Département des Affaires Economiques et Sociales). (1997). Recommandation du comité ad hoc plénier de la 19ème session extraordinaire, www.agora21.org/ag-onu-97/12.html.
- Orlyval Services (2006). Orlyval, <http://www.orlyval.com/>. Consulté en 2006.
- Pell, S. (2003). *To and From the Airport*,
<http://toandfromtheairport.tripod.com/index.htm>.
- RAFFARIN, J.-P., BARDOU, J. et BELOT, C. (2001). Les Schémas de services collectifs, <http://www.senat.fr/rap/r00-395/r00-395.html>.
- Réseau Ferré de France (RFF) (2005). Gestionnaires des infrastructures ferroviaires, <http://www.rff.fr>. Consulté en 2005.
- SBB CFF FFS, Canton de Vaud et République et Canton de Genève (2005). Lausanne-Genève 2005 : Un nouveau concept de mobilité,
<http://www.dinf.vd.ch/mobilite/documents/lausanne-geneve2005.pdf>.
- SNCF Voyages-sncf.com, <http://www.sncf.com/>, <http://www.voyages-sncf.com/>. Consulté en 2002.
- Tabarly, S. (2003). Géoconfluences,
<http://geoconfluences.ens-lsh.fr/notions/index.htm>. Consulté en 2005.
- TCL (Transports en commun Lyonnais) (2002). Le Petit glossaire des transports en commun, www.tcl.fr/part_tcl/site_histoire/part_glossaire/.
- UCCEGA (2001). Les Aéroports Français, <http://www.aeroport.fr>.
- UMS Riate et PhDB consultant pour la traduction des rapports de synthèse (2005). Projet ORATE 1.1.1 : Les Potentiels de développement polycentrique en Europe (Résumé opérationnel du rapport final), <http://www.ums-riate.com/orate.html>. Consulté en 2005.
- UMS Riate et PhDB consultant pour la traduction des rapports de synthèse (2005). Projet ORATE 2.1.1 : L'Impact territorial des politiques de l'UE en matière de transports et de RTE, <http://www.ums-riate.com/orate.html>. Consulté en 2005.
- UMS Riate et PhDB consultant pour la traduction des rapports de synthèse (2005). Projet ORATE 1.2.1 : Services et réseaux de transport : tendances territoriales et infrastructures de base pour la cohésion territoriale, <http://www.ums-riate.com/orate.html>. Consulté en 2005.
- Ville de Lyon et Communauté Urbaine du Grand Lyon (2005). Lyon, pour une ville accessible : Stationnement, déplacement, transport...
http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/Pdf/activites/deplacements/deplacements.pdf. Consulté en 2006.
- Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Reconnaissance optique de caractères, <http://www.fr.wikipedia.org/wiki/OCR>. Consulté en 2006.

Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Base de données relationnelles et Système de gestion de base de données, <http://fr.wikipedia.org>. Consulté en 2006.


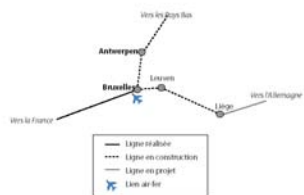
Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). *Structured Query Language* ou SQL, <http://fr.wikipedia.org>. Consulté en 2006.



Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Compagnie aérienne à bas prix, http://fr.wikipedia.org/wiki/Low_cost. consulté en 2006.


Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Transport Aérien : Compagnies à bas coût, http://fr.wikipedia.org/wiki/Transport_a%C3%A9rien. Consulté en 2006.

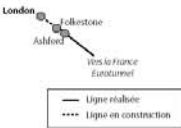

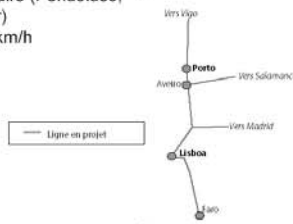
Annexes

Annexe 1 : Évolutions des lignes à grande vitesse en Europe

Pays Opérateur ferroviaire Début des LGV Type de TGV Réseau	Lignes réalisées <i>(1991 date de mise en service)</i>	Lignes en construction <i>(2004 date de mise en service prévue)</i>	Lignes en projet <i>(2012 date de mise en service prévue)</i>	Liens transfrontaliers <i>(2014 date de mise en service prévue)</i>	Liens air-fer <i>(1993 date de mise en service)</i> Longue distance & grande vitesse
Allemagne Deutsche Bundesbahn (DB) 1991 première mise en service ICE (<i>Intercity Express</i>) Vitesse entre 250 et 300 km/h Carte du réseau : 	1991 Hannover-Würzburg 327 km Temps de parcours : Hannovre-Würzburg 2h00 Hannovre-Francfort 2h18 1991 Mannheim-Stuttgart 107 km Temps de parcours : Francfort-Stuttgart 1h18 aujourd'hui 1998 Hannover-Berlin 263 km Temps de parcours : Hannovre-Berlin 1h30 aujourd'hui 2002 Cologne-Rhein/Main 177 km Temps de parcours : Cologne-Francfort 1h20 aujourd'hui 2003 Grobers-Leipzig 23 km Ligne Erfurt-Leipzig-Halle	2004 Hambourg-Berlin 286 km - 1ère étape : 1992-1997 - 2ème étape : 2002-2004 Temps de parcours : Hambourg-Berlin 1h33 fin 2004 2006 Nuremberg-Munich 171 km - 1ère étape : Nuremberg-Ingolstadt - 2ème étape : Ingolstadt-Munich Temps de parcours : Nuremberg-Munich 1h05 en 2006 2015 Nuremberg-Erfurt 218 km Temps de parcours : Nuremberg-Erfurt 1h05 en 2015 2015 Erfurt-Leipzig/Halle 122 km Grobers-Leipzig en service depuis 2003 Temps de parcours : Erfurt-Leipzig 40 mn en 2015	2012 Stuttgart-Ulm 61 km Mise en chantier 2007 Temps de parcours : Stuttgart-Ulm 30mn en 2012 2014 Vers la Suisse Karlsruhe-Bâle 180 km Mise en chantier 1987 Temps de parcours : Karlsruhe-Bâle 1h10 en 2014 ? Vers la France Paris-Francfort TGV + ICE Temps de parcours : Paris-Francfort 3h45 en 2007 2007 Vers la Belgique* Thalys + ICE (* voir Belgique)	1993 Berlin Schönefeld desserte train classique 2001 Francfort aéroport desserte ICE & train classique 2001 Cologne aéroport desserte ICE 2001 Dusseldorf aéroport desserte train classique	
Belgique Société des Chemins de Fer Belge (SNCB) 1997 première mise en service Thalys, TGV (train à Grande Vitesse Français), ICE, Eurostar Vitesse 300 km/h Carte du réseau : 	1997 Bruxelles-frontière Française 71 km Ligne Paris-Bruxelles-Londres			1997 Vers la France & la Grande Bretagne Paris-Bruxelles TGV & Thalys Londres-Bruxelles Eurostar Temps de parcours : Paris-Bruxelles 1h20 en 2003 Londres-Bruxelles 2h25 en 2003 et 2h00 en 2007 2006 Vers les Pays Bas 87 km - 1ère étape : Bruxelles-Anvers - 2ème étape : Anvers-frontière néerlandaise Temps de parcours : Bruxelles-Amsterdam 1h07 en 2006 2007 Vers l'Allemagne 139 km - 1ère étape : Bruxelles-Louvain - 2ème étape : Louvain-Liège - 3ème étape : Liège-Walhorn Temps de parcours : Bruxelles-Cologne 1h39 en 2007	2003 Bruxelles Zaventem desserte train classique (1957) & desserte Thalys et TGV (certains trains Thalys de la ligne Paris - Bruxelles sont prolongés jusqu'à l'aéroport de Bruxelles-National).

Pays Opérateur ferroviaire Début des LGV Type de TGV Réseau	Lignes réalisées <i>(1992 date de mise en service)</i>	Lignes en construction <i>(2005 date de mise en service prévue)</i>	Lignes en projet <i>(? date de mise en service prévue)</i>	Liens transfrontaliers <i>(2009 date de mise en service prévue)</i>	Liens air-fer <i>(1993 date de mise en service)</i> Longue distance & grande vitesse
Espagne Renfe 1992 première mise en service AVE (<i>Alta Velocidad española</i>) Vitesse entre 270 et 350 km/h Carte du réseau : 	1992 Madrid-Cordoba-Sevilla 471 km <i>Temps de parcours :</i> Madrid-Sevilla 2h30 2003 Madrid-Lérida 481 km <i>Temps de parcours :</i> Madrid-Lérida 2h40 2003 Zaragoza-Huesca 79 km <i>Temps de parcours :</i> Zaragoza-Huesca 29mn	2005 Lérida-Barcelone 170 km <i>Ligne Madrid-Barcelone</i> <i>Temps de parcours :</i> Madrid-Barcelone 2h25 <i>en 2005</i> 2008-9 Barcelone-La Jonquera (frontière française) 170 km <i>Ligne Barcelone-France</i> ? Madrid-Tolède 26 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> Madrid-Tolède en 25 mn au lieu de 1h15 ? Madrid-Ségovie-Valladolid 198 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> Madrid-Valladolid en 1h10 au lieu de 2h23	? Madrid-Valencia & Alicante 1013 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> - Madrid-Valencia en 1h25 au lieu de 3h00 - Madrid-Alicante en 1h45 au lieu de 3h30 ? Catayudad-Soria 95 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> Soria-Madrid en 1h50 au lieu de 3h00 ? Alcazar de San Juan-Jaén 137 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> Alcazar de San Juan-Jaén en 2h41 au lieu de 4h00 ? Bobadilla-Granada & Algeciras 145 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> Granada-Madrid en 2h30 au lieu de 5h55	2009 Vers la France Barcelone-Perpignan Mise en chantier 2004 <i>Temps de parcours :</i> Barcelone-Perpignan 50 mn en 2009 au lieu de 2h45 2009 Vers le Portugal <i>Ligne Vigo-Oporto</i> Mise en service prévue 2009 2010 Vers le Portugal <i>Ligne Madrid-Lisbonne</i> Mise en service prévue 2010 2015 Vers le Portugal <i>Ligne Aveiro-Salamanca</i> Mise en service prévue 2015	
Italie Trenitalia Eurostar Trains (ES) (ETR 460, 480, 500) 1992 première mise en service Vitesse entre 250 et 300 km/h Carte du réseau : 	1992 Florence-Rome 254 km <i>Temps de parcours :</i> Florence-Rome 1h36 & prochainement 1h20	2006 Rome-Naples 220 km Mise en chantier 2000 <i>Temps de parcours :</i> Rome-Naples 1h45 aujourd'hui 1h05 mn en 2006 2007 Bologne-Florence 78 km Mise en chantier 1996 <i>Temps de parcours :</i> Bologne-Florence 57 mn aujourd'hui 30 mn en 2007 2007 Milan-Bologne 182 km Mise en chantier 2000 <i>Temps de parcours :</i> Milan-Bologne 1h42 aujourd'hui 1h00 en 2007 2005-2008 Turin-Milan 125 km Mise en chantier 2002 - 1er tronçon : Turin-Novara 2005 - 2ème tronçon : Novara-Milan 2008 <i>Temps de parcours :</i> Turin-Milan 1h20 aujourd'hui 50 mn en 2008	? Milan-Verone 112 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> Milan-Verone 1h21 aujourd'hui ? Verone-Venise 220 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> Verone-Padoue 54 mn aujourd'hui Verone-Venise 1h15 aujourd'hui ? Milan-Gêne 120 km Mise en chantier ? <i>Temps de parcours :</i> Milan-Gêne 1h31 aujourd'hui	2020 Vers la France LGV Lyon-Turin 240 km - 1er tronçon : Lyon-Montmélian Mise en chantier ? - 2ème tronçon : Montmélian-Turin Mise en chantier 2007	

Pays Opérateur ferroviaire Début des LGV Type de TGV Réseau	Lignes réalisées <i>(1981 date de mise en service)</i>	Lignes en construction <i>(2007 date de mise en service prévue)</i>	Lignes en projet <i>(? date de mise en service prévue)</i>	Liens transfrontaliers <i>(2009 date de mise en service prévue)</i>	Liens air-fer <i>(1993 date de mise en service)</i> Longue distance & grande vitesse
France Société Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF) 1981 première mise en service Principalement TGV mais aussi Eurostar et Thalys Vitesse entre 270 et 350 (Vitesse prévu)km/h Carte du réseau : 	1981-83 TGV Sud-Est <i>Ligne Paris-Lyon 538 km</i> - 1er tronçon : 1981 - 2ème tronçon : 1983 <i>Temps de parcours : Paris-Lyon 2h00</i> 1989 TGV Atlantique <i>Ligne Paris-Le Mans et Tours 287 km</i> - 1er tronçon : 1981 - 2ème tronçon : 1983 <i>Temps de parcours : Paris-Le Mans en 54mn Paris-Tours en 1h00</i>	2007 TGV Est <i>Ligne Paris-Metz-Nancy-Strasbourg 400 km</i> - 1er tronçon : 2007 - 2ème tronçon : ? <i>Temps de parcours en 2007 : Paris-Reims en 45 mn Paris-Nancy en 1h30 Paris-Metz en 1h30 Paris-Strasbourg en 2h20</i>	? TGV Rhin-Rhône 425 km en 3 branches - 1er tronçon : Mulhouse-Dijon mise en chantier 2006 - 2ème et 3ème tronçon : à l'étude <i>Temps de parcours : Paris-Mulhouse en 2h35 au lieu de 4h25 aujourd'hui Lyon-Strasbourg en 3h13 au lieu de 4h42 aujourd'hui</i> 2013-16 TGV Sud-Europe Atlantique <i>Ligne Tours-Bordeaux 341 km</i> - 1er tronçon : Angoulême-Bordeaux mise en chantier prévue 2008, mise en service en 2013 - 2ème tronçon : Tours-Angoulême mise en chantier prévue 2010, mise en service en 2016 <i>Temps de parcours : Paris-Bordeaux en 2h10 au lieu de 3h00 aujourd'hui</i> 2013-17 TGV Bretagne-Pays de Loire <i>Ligne Le Mans-Rennes 200 km</i> 3 tronçons, mis en chantier prévue 2009, mis en service en 2013 (1er tronçon), 2017 (2ème et 3ème tronçon) <i>Temps de parcours : Paris-Rennes en 1h26 au lieu de 2h03 aujourd'hui Paris-Brest en 3h37 au lieu de 4h14 aujourd'hui</i> ? TGV Bordeaux-Toulouse 210 km mis en chantier ? , mis en service ? <i>Temps de parcours : Bordeaux-Toulouse en 1h00 au lieu de 2h00 aujourd'hui Paris-Toulouse en 3h00 au lieu de 5h07 aujourd'hui</i>	1994 Vers la Grande Bretagne* Eurostar (* voir Grande Bretagne) 1997 Vers la Belgique* Thalys & TGV (* voir Belgique) 2009 Vers l'Espagne TGV Perpignan-Barcelone 210 km mise en chantier 2004, mise en service 2009 <i>Temps de parcours : Perpignan-Barcelone en 50mn au lieu de 2h45 aujourd'hui</i> 1er tronçon de la LGV Languedoc-Roussillon qui comprend 2 autres tronçons : - Contournement de Nîmes-Montpellier mise en service prévue en 2010 - Montpellier-Perpignan mise en service ? 2020 Vers l'Italie LGV Lyon-Turin 240 km - 1er tronçon : Lyon-Montmélian mise en chantier ? - 2ème tronçon : Montmélian-Turin mise en chantier 2007 ? Vers l'Allemagne LGV Est-Européenne Paris-Francfort TGV + ICE <i>Temps de parcours : Paris-Francfort 3h45 en 2007</i> ? Vers la Suisse LGV Est-Européenne & LGV Rhin-Rhône mis en chantier ? mis en service ?	1994 Paris-Roissy Charles de Gaulle Desserte TGV, Eurostar & Thalys 1994 Lyon-Satolas aujourd'hui appelée Lyon-St-Exupéry Desserte TGV
	1993 TGV Nord <i>Ligne Paris-Lille-Calais & Frontière Belge 333 km</i> <i>Temps de parcours : Paris-Lille en 1h Paris-Bruxelles en 1h25</i> 1995 TGV Jonction <i>Interconnexion en Ile de France 102 km</i> 2001 TGV Méditerranée <i>Ligne Lyon-Marseille & Nîmes 365 km</i> - 1er tronçon : 1994 - 2ème tronçon : 2001 <i>Temps de parcours : Lyon-Marseille en 1h00 Paris-Marseille en 3h00</i>				

Pays Opérateur ferroviaire Début des LGV Type de TGV Réseau	Lignes réalisées <i>(2003 date de mise en service)</i>	Lignes en construction <i>(2007 date de mise en service prévue)</i>	Lignes en projet <i>(2013 date de mise en service prévue)</i>	Liens transfrontaliers <i>(1994 date de mise en service prévue)</i>	Liens air-fer <i>(1993 date de mise en service)</i> Longue distance & grande vitesse
Grande Bretagne Rail Track et opérateurs privés 1994 première mise en service Eurostar Vitesse entre 160 (<i>Eurotunnel</i>) et 300 km/h Carte du réseau : 	2003-07 LGV Eurotunnel-Londres <i>Ligne Paris-Londres</i> <i>Eurostar</i> 2 tronçons: - 1er tronçon : Folkestone-Fawkham Junction 74 km. Mise en chantier 1999, mise en service 2003. - 2ème tronçon : Fawkham Junction-Londres St Pancras 39 km. Mise en service 2007. <i>Temps de parcours :</i> <i>Paris-Londres 2h40 en 2003 & 2h20 en 2007</i>			1994 Vers la France EUROTUNNEL 52 km <i>Ligne Paris-Londres</i> <i>Eurostar</i> Mise en chantier 1987, mise en service 1994	
Pays Bas NS (Netherlands Railway) Eurostar, Thalys & ICE Vitesse 300 km/h 		2007 Amsterdam-Frontière Belge <i>Ligne Amsterdam-Schiphol-Rotterdam-Breda-Anvers(Belgique)</i> Mise en chantier 2000, mise en service 2007. <i>Temps de parcours :</i> <i>Amsterdam-Paris en 3h03 au lieu de 4h09 aujourd'hui</i> <i>Amsterdam-Londres en 3h43 au lieu de 6h00 aujourd'hui</i>		2007 Vers la Belgique* <i>Thalys + ICE</i> <i>(* voir Belgique)</i> 2007 Vers l'Allemagne <i>Ligne Rotterdam-frontière Allemande</i> Mise en chantier 1999, mise en service 2007	1977 Amsterdam Schiphol <i>desserte train classique & depuis 2000 desserte Thalys sur ligne classique.</i>
Portugal CP (Comboios de Portugal, <i>Portuguese Railways</i>) Train pendulaire (Penduloso, <i>Alfa pendular</i>) Vitesse 220 km/h 			2013 LGV Lisbonne-Porto Mise en service prévue 2013 2018 LGV Evora-Faro-Helva Mise en service prévue 2018	2009 Vers l'Espagne <i>Ligne Oporto-Vigo</i> Mise en service prévue 2009 2010 Vers l'Espagne <i>Ligne Lisbonne-Madrid</i> Mise en service prévue 2010 2015 Vers l'Espagne <i>Ligne Aveiro-Salamanca</i> Mise en service prévue 2015	

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des définitions de l'intermodalité

1	Groupe d'étude et de mobilisation (1993), cité par (Offner, Hubert et al. 1995)et (Margail 1996)	Possibilité de passer d'un mode de transport à un autre.
2	(Cinotti et Treboul 2000)	Complémentarité entre les modes de transport.
3	Petit Larousse illustré 2000	Qui met en jeu plusieurs modes de transport.
4	(Bussière, Madre et al. 1997)	Emploi de plus d'un mode de transport entre l'origine et la destination du déplacement Combinaison d'au moins deux modes de transport lors d'un déplacement
5	(Groupe MADITUC 2002) Glossaire Transport	Pratique de transport dans laquelle on utilise successivement plusieurs modes de transport sans pratiquer des ruptures de charge d'un mode de transport à l'autre.
6	(Rodrigue et Comtois 1999)	Système faisant appel à au moins deux modes de transport. Ces modes partageant des caractéristiques "manutentionnaires" permettant un transfert efficace entre les modes durant le parcours origine-destination.
7	(Curien 2000)	L'interconnexion d'équipements complémentaires, coopérant entre eux afin de transporter des flux de personnes..., et d'acheminer ces flux d'une origine vers une destination.
8	(Goulet-Bernard et Golias 1999)	Principe d'organisation et d'articulation de l'offre de transport, visant à coordonner plusieurs systèmes modaux par une gestion et un aménagement spécifique des interfaces entre les différents réseaux.
9	(Menerault 2002)	Possibilités offertes à l'usager d'articuler plusieurs réseaux de transport relevant d'opérateurs distincts afin de mieux relier les lieux entre eux.
10	Michael Feldman cité par (Rochat 2002)	La combinaison de modes de transport différents dans une expérience de voyage sans rupture : du train à l'avion par une distribution commune et un processus de livraison de service et une transaction commerciale simple « <i>the combining of different modes of transport into a seamless travel experience : ... train to aircraft...</i>

		<i>through a common distribution and service delivery process and a single commercial transaction »</i>
11	Commission Européenne (1997) repris par Marie-Madeleine Damien (1999)	<p>Pour la Commission Européenne (1997), l'intermodalité est une caractéristique d'un système de transport, en vertu de laquelle au moins deux modes différents sont utilisés de manière intégrée pour compléter une chaîne de transport porte à porte.</p> <p>L'intermodalité est un indicateur de qualité de niveau d'intégration entre les différents modes. Plus l'intermodalité est forte, plus l'intégration et la complémentarité entre les modes, est marquée, plus l'utilisation du système de transport est rationnelle. L'intégration des modes dans une chaîne de transport de porte à porte améliore l'efficacité globale du système de transport.</p>
12	(Plassard 1991)	Dans le cadre d'une combinaison air-fer, il sera possible de parler d'intermodalité air-fer si et seulement si les deux modes sont réunis en un et même lieu et parallèlement y sont complémentaires.
13	(Gardin 1996)	Un des objectifs de l'intermodalité étant d'obtenir une chaîne complète de transport, une chaîne de porte à porte améliorant l'efficacité globale du système de transport, une intermodalité efficace basée sur la qualité de service dépendant de la compatibilité, de la coordination et de la complémentarité entre les réseaux.
14	(TCL 2002)	Principe qui repose sur le changement de modes de transport au cours d'un même déplacement afin de faire baisser la part de la voiture particulière. Exemple: On dépose son automobile dans un parc relais, pour prendre le tramway et le bus afin de se rendre sur son lieu de travail. Puis en fin de journée on retrouve son véhicule pour rentrer à son domicile.
15	Jean Varlet 1992	Passer ou faire passer d'un mode à un autre. L'intermodalité comme la multimodalité sous-entendent la complémentarité des modes, l'organisation de la

		la complémentarité des modes, l'organisation de la chaîne de transport, l'articulation et l'interconnexion des réseaux.
--	--	---

Annexe 3 L'Algorithme de Floyd

Les trois figures qui suivent sont extraites des travaux de Laurent Chapelon⁶⁶⁴, l'algorithme de Floyd fonctionne de la manière suivante, il recherche le plus court chemin entre un couple (i,j) dans 1-graphe ou l'on a construit un arc pour chaque relation : (i,j) et (j,i). L'étape suivante est que l'algorithme vérifie pour chaque couple (i,j) modélisé dans le graphe, s'il y a un cheminement plus court par le sommet k. une fois que l'algorithme trouve le chemin plus court passant par k, il remplace la valeur du couple (i,j) dans la matrice des chemins et poursuit la recherche avec la valeur qu'il vient de stocker. Le schéma suivant illustre son fonctionnement général.

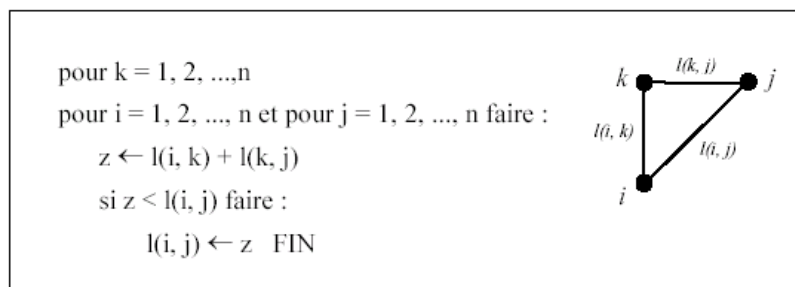


Figure 60 : Principes généraux de l'algorithme de Floyd

L'algorithme n'intègre que des modes à fonctionnalité permanente et il nécessite donc d'être modifié pour que les modes à fonctionnalité horaire puissent être incorporés dans le calcul. L'algorithme de Floyd subit des transformations pour inclure une version de traitement des horaires dans le calcul des plus courts chemins.

Pour considérer les modes horaires dans le calcul, on doit nécessairement modéliser dans un autre graphe, soit un graphe qui rende possible la démultiplication des arcs entre chaque couple et dans chaque sens. On ne modélise donc plus dans 1-graphe mais dans un p-graphe ou **p** représente le nombre de relations (arcs) entre chaque couple de lieux (nœuds). Il est ainsi possible d'insérer les heures de départs et d'arrivées pour chaque arc.

⁶⁶⁴ Chapelon, L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire: Evaluation spatio-temporelle de l'offre de transport par modélisation multi-échelles des systèmes de transport. CESA. Tours, Aménagement de l'espace et Urbanisme: 550.

Chapelon, L. et Bozzani, S. (2003). "L'Intermodalité air-fer en France : Une méthode d'analyse spatiale et temporelle." L'Espace Géographique **Tome 32**(n° 1): 60-76.

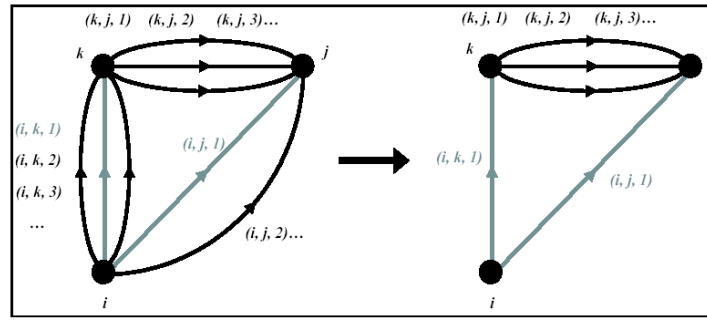


Figure 61 : Optimisation de l'exploration du p-graphe

```

tant que NouveauChem = vrai faire :
NouveauChem ← faux
pour k = 1, 2, ..., n
  pour i = 1, 2, ..., n et pour j = 1, 2, ..., n faire :
    si ChemNul(i, j) = faux et ChemNul(i, k) = faux et ChemNul(k, j) = faux faire :      (Condition 1)
      si ChemInfini(i, k) = faux et ChemInfini(k, j) = faux faire :                  (Condition 2)
        t ← t(k, j)
        pour q = 1, 2, ..., t faire :
          Remplace ← faux
          si HDep(k, j, q) > HArr(i, k, 1) faire :                                  (Condition 3)
            si ChemInfini(i, j) = vrai faire :                                     (Remplissage)
              t(i, j) ← 1
              HDep(i, j, 1) ← HDep(i, k, 1)
              HArr(i, j, 1) ← HArr(k, j, q)
              ChemInfini(i, j) ← faux
              NouveauChem ← vrai
            sinon faire :                                                            (Remplacement)
              si HArr(k, j, q) ≤ HArr(i, j, 1) faire :
                si HArr(k, j, q) = HArr(i, j, 1) faire :
                  si HDep(i, k, 1) > HDep(i, j, 1) faire :
                    Remplace ← vrai
                  fin si
                sinon faire :
                  Remplace ← vrai
              fin si
            si Remplace = vrai faire :
              HDep(i, j, 1) ← HDep(i, k, 1)
              HArr(i, j, 1) ← HArr(k, j, q)
              NouveauChem ← vrai

```

Figure 62 : Corps principal de la version horaire de l'algorithme de Floyd modifié

Annexe 4 : Dénomination des binômes fonctionnels (modes de transport) ⁶⁶⁵

Code	Nom	Vitesse moyenne	Horaires possibles
1	Avion		Oui
2	Ferry	37 km/h	
3	T.G.V. en site grande vitesse	220 km/h	Oui
31	T.G.V. en site ferroviaire classique	120 km/h	Oui
4	Train grandes lignes - T.E.R.	110 km/h	Oui
41	Train de type autorail	75 km/h	Oui
51	Train de type navette gare bis-gare centrale	60km/h	
6	Autoroute V.I. (4 voies)	110 km/h	
602	Autoroute P.L. (4 voies)	75 km/h	
61	Voie express V.I. (4 voies)	90 km/h	
612	Voie express P.L. (4 voies)	65 km/h	
63	Voie express urbaine V.I.	65 km/h	
7	Route 70 V.I. (2 ou 3 voies)	70 km/h	
702	Route 55 P.L. (2 ou 3 voies)	55 km/h	
71	Route 60 V.I. (2 voies)	60 km/h	
712	Route 40 P.L. (2 voies)	40 km/h	
72	Route 50 V.I. (2 voies)	50 km/h	
722	Route 30 P.L. (2 voies)	30 km/h	
62	Rocade urbaine V.I. (4 voies)	50 km/h	
622	Rocade urbaine P.L. (4 voies)	40 km/h	
74	Boulevard urbain V.I.	35 km/h	
742	Boulevard urbain P.L.	20 km/h	
75	Rue V.I. (2voies)	25 km/h	
752	Rue P.L. (2voies)	15 km/h	
8	T.C. de type métro (Paris)	24 km/h	
811	Bus urbain dense	8 km/h	
812	Bus urbain	15 km/h	
813	Bus sub-urbain	25 km/h	Oui
821	Tram urbain	18 km/h	
822	Tram sub-urbain	45 km/h	Oui
9	Marche en situation optimale	5 km/h	
91	Marche de type quai, gare, métro, rues denses	3 km/h	

⁶⁶⁵ <http://mapnod.free.fr>

Annexe 5 : Procédure d'automatisation de l'analyse des relations

Dans un fichier Excel, on va créer un espace de travail autour de plusieurs feuilles et grâce à la création d'un script Visual Basic. On lance donc l'ouverture du fichier Excel, qui va nous proposer d'ouvrir un autre fichier lu par Excel et qui contient les horaires au départ de la ville qu'on sélectionne.

Dans le fichier Excel initial, on a créé notre espace de travail, via la réalisation d'une macro pour traiter l'analyse des relations des villes, qui figure dans la suite de l'annexe.

On a une première feuille, qui regroupe les paramètres de travail. En effet, on va fixer dans cette feuille le nombre de vols maximum, un vol pour l'analyse des vols directs, ou, deux vols soit un vol avec une correspondance ainsi que le temps de connexion, exemple 45 minutes.

À l'ouverture de ce fichier, une boîte de dialogue s'affiche et propose d'ouvrir un fichier, de paramètres.

En cliquant sur « ouvrir un fichier », on va sélectionner la fiche horaire de la ville qu'on veut traiter, puis on paramètre, en fixant les vols à compter (Vol direct = NbVols = 1 ou Vol avec 1 correspondance = NbVols = 2), le temps de connexion (exemple : 45 minutes), ainsi que le nom du fichier.

On lance le traitement en cliquant sur « Effectuer ».

La deuxième feuille, nommée Original, accueille la fiche horaire brute de la ville sélectionnée, au lancement du traitement, les données de cette feuille sont copiées et introduites dans une troisième feuille, nommée Travail.

Dans travail, on localise et on définit toutes les données des colonnes en numérotant celles-ci et on supprime les colonnes inutiles pour le traitement. On garde en effet, la ville de destination (VilleDes), le code de l'aéroport d'arrivée (AeroArrlTi), le nombre de vols qui compose la relation (NbVols), l'heure de départ (HDeplTi), la durée en minutes de la relation (Duree_Minutes), le Code du nœud de destination dans MapNod (CodeDesMAPNOD) et on va créer également une feuille nommée Export_1 puisqu'on a défini NbVols = 1.

Dans cette nouvelle feuille, Export_1, le traitement commence par la suppression de toutes les lignes où le nombre de vols n'est pas égal à 1 (NbVols > 1).

Une fois cette étape remplie, la procédure procède au comptage du nombre de vols par destination en incluant les 45 minutes entre chaque départ ainsi que la suppression des lignes identiques.

De plus, on veut conserver le chemin le plus performant : c'est pour cela qu'on a gardé la colonne qui donne la durée en minutes du vol.

On obtient en fin de procédure un comptage du nombre de vol par destination ainsi que l'ouverture d'une boîte de dialogue qui nous permet d'exporter le fichier.

Cette dernière étape nous renvoie à l'enregistrement de la feuille Export_1, dans un autre fichier au format texte via l'utilisation du bouton « Exporter ».

Une nouvelle fonction de la macro va être mise en route pour écrire un fichier Nœud valeur qui sera lu dans MapNod et qui permettra une cartographie automatique des relations directes, dans le cas de Export_1, pour la ville qu'on analyse.

Le fichier texte de sortie contiendra les valeurs suivantes :

- le code du nœud,
- le nombre de relations directes,
- le nom du nœud.

Une fois ce premier fichier réalisé on lance le même traitement pour Export_2, soit l'analyse des vols avec une correspondance.

Macro 1 : Procédure d'automatisation du comptage des relations

```
Private Sub UserForm_Initialize()  
' Procédure d'initialisation du formulaire  
  
' Formulaire principal  
UserForm1.Caption = "Bozzani's Application"  
  
' Affectation des objets de chaque bouton  
CommandButton1.Caption = "Ouvrir un fichier"  
CommandButton2.Caption = "Paramétrer"  
CommandButton3.Caption = "Exporter"  
CommandButton4.Caption = "Sauvegarder & Quitter"  
  
' Effacement du bouton "Exporter" si le fichier n'a jamais été traité.  
If Sheets("parametres").Cells(5, 2) = "VRAI" Then  
    UserForm1.CommandButton1.Visible = False  
    UserForm1.CommandButton2.Visible = False  
    UserForm1.CommandButton3.Visible = True  
Else  
    UserForm1.CommandButton1.Visible = True  
    UserForm1.CommandButton2.Visible = True  
    UserForm1.CommandButton3.Visible = False  
End If  
End Sub
```

```

Private Sub CommandButton1_Click()
'Ouvrir un fichier
FileToOpen = Application.GetOpenFilename("Htm Files (*.htm), *.htm,Text Files (*.txt), *.txt")
Workbooks.Open Filename:=FileToOpen
Cells.Select
Selection.Copy
Windows("BozzaniApplications.xls").Activate
Sheets("Original").Select
Range("A1").Select
ActiveSheet.Paste
Caractere = 1
Do While Left(Right(FileToOpen, Caractere), 1) <> "\"
    Caractere = Caractere + 1
Loop
FileOuvert = Right(FileToOpen, Caractere - 1)
Windows(FileOuvert).Activate
ActiveWorkbook.Close
Cells.Select
Selection.Copy
Sheets("Travail").Select
Range("A1").Select
ActiveSheet.Paste
End Sub

```

```

Private Sub CommandButton2_Click()

' Cacher le formulaire principal.
UserForm1.Hide

' Afficher le formulaire appelé par la fonction.
UserForm2.Show

End Sub

```

```

Private Sub CommandButton4_Click()
' Sauvegarde des données
ActiveWorkbook.SaveAs

' Fermeture du classeur ERT-SAS.xls
ActiveWorkbook.Close
End Sub

```

```

Private Sub UserForm_Initialize()
' Procédure d'initialisation du formulaire

' Formulaire principal
UserForm2.Caption = "Bozzani's Application" & UserForm1.CommandButton2.Caption

' Affectation des objets de chaque bouton
CommandButton1.Caption = "Sortir"
CommandButton2.Caption = "Effectuer"

' Affectation des valeurs
TextBox1.Value = Sheets("parametres").Cells(2, 3)
TextBox2.Value = Sheets("parametres").Cells(3, 3)
End Sub

```

```

Private Sub CommandButton1_Click()
' Cacher le formulaire principal.

```

```

UserForm2.Hide

' Afficher le formulaire appelé par la fonction.
UserForm1.Show
End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()
'
' Macro enregistrée le 16/12/2004 par sandra bozzani
'
' Ne pas rafraichir l'écran
' Application.ScreenUpdating = False

Dim Ligne As Integer
Dim Vols As Byte
Dim NbVols As Byte
Dim Duree_Minutes As Integer

' Numérotation des colonnes de départ      &      Numérotation des colonnes dans la feuille
Travail
' Col_Jour = 1
' Col_VilleOri = 2
' Col_VilleDes = 3
' Col_Codelti = 4
' Col_TR_OP = 5
' Col_AeroDeplti = 6
' Col_AeroArrlti = 7
' Col_Duree = 8
' Col_Avions = 9
' Col_Compagnies = 10
' Col_NbVols = 11
' Col_HDeplti = 12
' Col_HArrlti = 13
' Col_ODCodelti = 14
' Col_Numlti = 15
' Col_NbEscales = 16
' Col_CodeVolDeblti = 17
' Col_CodeVolFinlti = 18
' Col_Duree_Calc = 19
' Col_VilleOriGMT = 20
' Col_VilleDesGMT = 21
' Col_HArrlti_m = 22
' Col_HArrlti_Calc = 23
' Col_Duree_Minutes = 24
' Col_Modelti = 25
' Col_ModeltiNum = 26
' Col_DedieltiNum = 27
' Col_Dedielti = 28
' Col_CodeOriMapNod = 29
' Col_CodeDesMapNod = 30

Col_VilleDes = 1
Col_AeroArrlti = 2
Col_NbVols = 3
Col_HDeplti = 4
Col_Duree_Minutes = 5
Col_CodeDesMapNod = 6

' Reprise des correspondances dans la feuille Travail
Col_VilleDes = 1
Col_AeroArrlti = 2
Col_NbVols = 3
Col_HDeplti = 4
Col_Duree_Minutes = 5
Col_CodeDesMAPNOD = 6
Col_Compteur = 13

```

```

'Selectionner la feuille de travail
Sheets("Travail").Select

' Supprimer les colonnes'

Range("A:A,B:B,D:D,E:E,F:F,H:H,I:I,J:J,M:M,N:N,O:O,P:P,Q:Q,R:R,S:S,T:T,U:U,V:V,W:W,Y:Y,Z:Z,AA:AA,AB:AB,AC:AC").Select
Selection.Delete Shift:=xlToLeft

' Chercher la dernière ligne'
Range("A1").Select
Selection.End(xlDown).Select
MaxLigne = Selection.Row

' Vérifier que NbVols existe sinon restriction
NbVols = Sheets("parametres").Cells(2, 3)
Duree_Minutes = Sheets("parametres").Cells(3, 3)
MaxVols = 1
For Ligne = 2 To MaxLigne
    If Cells(Ligne, Col_NbVols) > MaxVols Then
        MaxVols = MaxVols + 1
    End If
Next Ligne
If NbVols > MaxVols Then
    NbVols = MaxVols
End If

'Faire pour tous les NbVols
'For Vols = 1 To NbVols
Vols = NbVols
    Sheets("Travail").Select
    Cells.Select
    Selection.Copy

'Insertion d'une nouvelle feuille
Sheets.Add
NomFeuille = "Feuil1"
Sheets(NomFeuille).Select
Sheets(NomFeuille).Name = "Export" & Vols

Sheets("Export" & Vols).Select
Range("A1").Select
ActiveSheet.Paste

' Effacer les déplacements avec plus de NbVols '
Ligne = 2
Do While Cells(Ligne, 1) <> Empty
    If Cells(Ligne, Col_NbVols) <> NbVols Then
        Rows(Ligne & ":" & Ligne).Select
        Selection.Delete Shift:=xlUp
        Ligne = Ligne - 1
    End If
    Ligne = Ligne + 1
Loop

' Trier sur /Col_AeroDeplti /Col_HDeplti /Col_Duree_Minutes'
Cells.Select
Selection.Sort Key1:=Range("B2"), Order1:=xlAscending, Key2:=Range("D2"),
Order2:=xlAscending, Key3:=Range("E2"), Order3:=xlAscending, Header:=xlYes, OrderCustom:=1,
MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom

```

```

Ligne = 2
Do While Cells(Ligne, 1) <> Empty
    If Cells(Ligne, Col_AeroArrlti) = Cells(Ligne + 1, Col_AeroArrlti) Then
        Cells(Ligne, 11).Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[1]C[-7]-RC[-7]"
        Cells(Ligne, 10) = Cells(Ligne, 11) / 0.000694444
        If Cells(Ligne, 10) <= Duree_Minutes Then
            'La ligne est donc potentiellement effacable
            Cells(Ligne, 12).Select
            ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-7]-R[1]C[-7]"
            If Cells(Ligne, 12) <= Cells(Ligne, 10) Then
                Rows(Ligne + 1 & ":" & Ligne + 1).Select
                Selection.Delete Shift:=xlUp
                Ligne = Ligne - 1
            Else
                Rows(Ligne & ":" & Ligne).Select
                Selection.Delete Shift:=xlUp
                Ligne = Ligne - 1
            End If
        End If
    End If
    Ligne = Ligne + 1
Loop

Ligne = 2
' Faire Tant_Que la cellule n'est pas vide
Do While Cells(Ligne, Col_VilleDes) <> Empty
    ' La ligne existe donc => le compte commence à 1
    Cells(Ligne, Col_Compteur) = 1
    ' Faire Tant_Que les deux cellules sont égales
    Do While Cells(Ligne, Col_VilleDes) = Cells(Ligne + Cells(Ligne, Col_Compteur),
Col_VilleDes)
        'Les cellules sont égales donc on ajoute 1
        Cells(Ligne, Col_Compteur) = Cells(Ligne, Col_Compteur) + 1
    Loop
    'Aller à la ligne du changement
    Ligne = Ligne + Cells(Ligne, Col_Compteur)
Loop

' Next Vols

Sheets("parametres").Cells(5, 2) = "VRAI"

End Sub

Private Sub TextBox1_Change()
    Sheets("parametres").Cells(2, 3) = TextBox1.Value
End Sub

Private Sub TextBox2_Change()
    Sheets("parametres").Cells(3, 3) = TextBox2.Value
End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()

    'Faire pour toutes les feuilles de résultat
    For Vols = 1 To Sheets("parametres").Cells(2, 3)
        Sheets("Export" & Vols).Select

        'Chercher la dernière ligne du tableau

```



```

Range("A1").Select
Selection.End(xlDown).Select
Maxligne = Selection.Row

NomFichier = Sheets("parametres").Cells(4, 3) & "_" & Sheets("Export" & Vols).Name & ".dat"
Open NomFichier For Output As #1
  For Ligne = 2 To Maxligne
    If Cells(Ligne, 13) <> Empty Then
      If Cells(Ligne, 13) > 9 Then
        R$ = Cells(Ligne, 6) & "      "
        R$ = R$ & "000000000000000000" & Cells(Ligne, 13) & ".00000000000000000000"
        R$ = R$ & Space(10) & Cells(Ligne, 1)
      Else
        R$ = Cells(Ligne, 6) & "      "
        R$ = R$ & "000000000000000000" & Cells(Ligne, 13) & ".00000000000000000000"
        R$ = R$ & Space(10) & Cells(Ligne, 1)
      End If
      Print #1, R$
    End If
  Next Ligne
Close #1
Next Vols
End Sub

```

Annexe 6 : Liste des villes

	Codes Pays	Villes	Population Géopolis	CODES IATA	Trafic Aéroport passagers / an (2003)	Commentaires
1	AL016	TIRANA	345 049	TIA	561 446	
2	AT006	GRAZ	272 193	GRZ	860 163	
3	AT014	LINZ	273 738	LNZ	634 188	
4	AT016	SALZBURG	160 260	SZG	1 263 751	
5	AT022	WIEN	1 706 113	VIE	12 784 504	
6	BA034	SARAJEVO	415 631	SJJ	384 512	
7	BE004	ANTWERPEN	633 809	ANR	168 283	
8	BE014	BRUXELLES/BRUSSEL	1 262 753	BRU	15 166 431	
9	BE015	CHARLEROI	285 763	CRL	1 804 233	
10	BE034	LIEGE	449 217	LGG	171 817	
11	BG003	BURGAS	199 869	BOJ	1 027 199	
12	BG014	PLOVDIV	346 330	PDV	27 379	
13	BG020	SOFIYA	1 116 454	SOF	1 356 569	
14	BG023	VARNA	304 499	VAR	1 191 325	
15	BY008	MINSK	1 719 000	MSQ	421 954	
16	CH001	BASEL	404 262	EAP	2 486 774	
17	CH002	BERN	320 045	BRN	152 177	
18	CH006	GENEVE	446 464	GVA	8 017 532	
19	CH009	LAUSANNE	285 011	QLS	-	
20	CH016	ZUERICH	928 696	ZRH	16 976 860	
21	CY001	NICOSIA	181 234	NIC	-	Aéroport de Larnaca
22	CY004	LARNACA	62 178	LCA	4 814 698	
23	CZ003	BRNO	388 899	BRQ	168 975	
24	CZ042	OSTRAVA	324 813	OSR	197 439	
25	CZ047	PRAHA	1 209 855	PRG	7 463 120	
26	DE001	AACHEN	239 170	AAH	369 579	Aéroport de Maastricht-Aachen
27	DE025	AUGSBURG	245 962	AGB	62 000	
28	DE057	BERLIN	3 446 031	BER	13 306 177	
29	DE059	BIELEFELD	315 096	BFE	-	Aéroport de Paderborn (50 km)
30	DE067	BOCHUM	381 216	QBO	-	Aéroport de Dortmund
31	DE076	BRAUNSCHWEIG	247 836	BWE	nc	
32	DE077	BREMEN	521 976	BRE	1 639 834	
33	DE093	CHEMNITZ	311 765	ZTZ	nc	
34	DE119	DORTMUND	594 058	DTM	1 023 329	
35	DE121	DRESDEN	519 527	DRS	1 553 774	
36	DE123	DUISBURG	532 152	DUI	-	Aéroport de Düsseldorf
37	DE126	DUESSELDORF	574 022	DUS	14 276 102	
38	DE144	ERFURT	219 158	ERF	464 681	
39	DE151	ESSEN	624 445	ESS	43 136	
40	DE163	FRANKFURT	592 411	FRA	48 351 664	
41	DE187	GELSENKIRCHEN (ZEJ)	289 791	ZEJ	-	
42	DE216	HAGEN	212 460	ZEY	-	
43	DE219	HALLE	235 404	ZHZ	-	Aéroport de Leipzig
44	DE221	HAMBURG	1 571 267	HAM	9 529 924	
45	DE226	HANNOVER	505 718	HAJ	5 044 840	
46	DE274	KARLSRUHE	268 309	FKB	292 456	Aéroport de Karlsruhe Baden-Baden
47	DE283	KIEL	243 626	KEL	114 018	
48	DE288	KOELN	946 280	CGN	7 758 655	
49	DE295	KREFELD	216 598	KKF	-	
50	DE314	LEIPZIG	547 309	LEJ	1 949 318	
51	DE331	LUEBECK	220 588	LBC	nc	
52	DE339	MAGDEBURG	290 381	ZMG	42 948	
53	DE342	MANNHEIM	294 648	MHG	nc	
54	DE362	MONCHEN-GLADBACH	255 087	MGL	169 838	
55	DE370	MUENCHEN	1 274 716	MUC	24 193 304	
56	DE372	MUENSTER (FMO)	253 123	FMO	1 512 786	
57	DE400	NURNBERG	467 392	NUE	3 290 216	
58	DE402	OBERHAUSEN	222 419	ZOY	-	
59	DE461	ROSTOCK	252 575	RLG	140 820	
60	DE526	STUTTGART	565 486	STR	7 584 502	
61	DE583	WIESBADEN	266 542	UWE	-	Aéroport de Francfort

62	DE600	WUPPERTAL	374 217	UWP	-	Aéroport de Düsseldorf
63	DK013	KOEBENHAVN	1 362 264	CPH	17 643 593	
64	DK026	AARHUS	213 826	AAR	579 135	
65	EE002	TALLINN	434 763	TLL	716 099	
66	ES016	ALICANTE	262 401	ALC	8 179 372	
67	ES033	BARCELONA	1 641 656	BCN	22 748 885	
68	ES037	BILBAO	369 839	BIO	2 847 099	
69	ES059	CORDOBA	288 639	ODB	nc	
70	ES086	GIJON	247 193	QIJ	nc	
71	ES087	GRANADA	251 152	GRX	509 594	
72	ES094	IBIZA	29 935	IBZ	4 142 556	
73	ES102	LA CORUNA	234 491	LCG	535 210	
74	ES108	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	306 787	LPA	9 181 569	
75	ES119	MADRID	3 010 492	MAD	35 713 298	
76	ES121	MALAGA	497 744	AGP	11 553 423	
77	ES148	PALMA DE MALLORCA	237 022	PMI	19 178 816	
78	ES181	SANTA CRUZ DE TENERIFE	169 562	SPC	11 758 402	Tenerife TCI = 11 758 402 / SPC = 938 721
79	ES188	SEVILLA	611 364	SVQ	2 268 043	
80	ES206	VALENCIA	722 856	VLC	2 427 028	
81	ES208	VALLADOLID	328 230	VLL	229 050	
82	ES211	VIGO	208 959	VGO	836 162	
83	ES220	VITORIA-GASTEIZ	202 571	VIT	100 553	
84	ES225	ZARAGOZA	570 541	ZAZ	227 650	
85	FI003	HELSINKI	949 132	HEL	9 707 666	
86	FI034	TAMPERE	231 689	TMP	303 631	
87	FI036	TURKU	214 617	TKU	298 275	
88	FR005	AJACCIO	58 315	AJA	1 066 399	
89	FR009	AMIENS	156 120	QAM	1 000	
90	FR010	ANGERS	208 282	ANE	8 599	
91	FR024	AVIGNON	181 136	AVN	80 228	
92	FR028	BAYONNE-BIARRITZ	164 378	BIQ	799 914	
93	FR034	BETHUNE	261 535	XBH	-	Aéroport de Lille
94	FR037	BORDEAUX	696 364	BOD	2 823 846	
95	FR042	BREST	201 480	BES	704 237	
96	FR045	CAEN	191 490	CFR	100 022	
97	FR064	CLERMONT-FERRAND	254 416	CFE	955 997	
98	FR074	DIJON	230 451	DIJ	26 479	
99	FR076	DOUAI	199 562	XDN	-	Aéroport de Lille
100	FR079	DUNKERQUE	190 879	XDK	-	Aéroport de Lille
101	FR095	GRASSE-CANNES-ANTIBES	335 647	CEQ	12 099	Aéroport de Nice
102	FR096	GRENOBLE	404 733	GNB	178 516	
103	FR112	LE HAVRE	253 627	LEH	65 166	
104	FR113	LE MANS	189 107	LME	7 136	
105	FR115	LENS	323 174	XLE	-	Aéroport de Lille
106	FR118	LILLE	959 234	LIL	873 600	
107	FR119	LIMOGES	170 065	LIG	187 491	
108	FR124	LYON	1 262 223	LYS	5 953 780	
109	FR128	MARSEILLE-AIX-EN-PROVENCE	1 230 936	MRS	5 364 763	
110	FR134	METZ	193 117	ETZ	294 731	Aéroport de Metz-Nancy Lorraine
111	FR145	MONTPELLIER	248 303	MPL	1 568 382	
112	FR147	MULHOUSE	230 856	EAP	2 486 774	
113	FR148	NANCY	329 447	ETZ	294 731	Aéroport de Metz-Nancy Lorraine
114	FR149	NANTES	496 078	NTE	1 905 855	
115	FR152	NICE	516 740	NCE	9 141 525	
116	FR153	NIMES	138 527	FNI	134 444	
117	FR156	ORLEANS	243 153	ORE	-	
118	FR159	PARIS	9 318 821	PAR	70 677 473	
119	FR160	PAU	144 674	PUF	682 741	
120	FR162	PERPIGNAN	157 873	PGF	470 073	
121	FR170	REIMS	206 437	RHE	40 344	
122	FR171	RENNES	245 065	RNS	378 699	
123	FR176	ROUEN	380 161	URO	42 873	
124	FR181	SAINT ETIENNE	313 338	EBU	115 394	
125	FR197	STRASBOURG	388 483	SXB	2 065 324	
126	FR201	TOULON	437 553	TLN	554 760	
127	FR202	TOULOUSE	650 336	TLS	5 304 833	
128	FR203	TOURS	282 152	TUF	60 455	
129	GE004	KUTAISI	236 000	KUT	nc	
130	GR005	ATHINAI	3 072 922	ATH	12 168 437	
131	GR010	IRAKLION	126 907	HER	nc	
132	GR031	THESSALONIKI	749 048	SKG	nc	
133	HR045	SPLIT	200 459	SPU	698 128	

134	HR054	ZAGREB	776 399	ZAG	1 314 652	
135	HU006	BUDAPEST	2 009 991	BUD	4 950 079	
136	IE002	CORK	179 954	ORK	2 182 153	
137	IE006	DUBLIN	952 692	DUB	15 856 084	
138	IS001	REYKJAVIK	160 594	REK	1 368 491	
139	IT042	BARI	374 136	BRI	1 450 543	
140	IT048	BERGAMO	340 928	BGY	2 840 481	
141	IT054	BOLOGNA	469 639	BLQ	3 562 010	
142	IT058	BRESCIA (QBS)	317 965	QBS	267 658	
143	IT063	CAGLIARI	296 057	CAG	2 304 155	
144	IT093	CATANIA	608 787	CTA	4 805 226	
145	IT154	FIRENZE	528 262	FLR	1 379 762	
146	IT174	GENOVA	712 163	GOA	1 057 625	
147	IT231	MASSA	278 807	QMM	nc	
148	IT239	MESSINA	216 529	QME	-	Aéroport de Reggio di Calabria
149	IT240	MILANO	3 290 637	MIL	26 378 623	
150	IT267	NAPOLI	2 953 335	NAP	4 579 217	
151	IT293	PADOVA	279 287	QPA	-	Aéroport de Venezia
152	IT295	PALERMO	735 872	PMO	3 647 749	
153	IT311	PISA	126 843	PSA	1 975 900	
154	IT344	ROMA	2 704 970	ROM	28 079 044	
155	IT402	TARANTO	203 895	TAR	nc	
156	IT410	TORINO	1 372 971	TRN	5 619 732	
157	IT421	TRIESTE	217 831	TRS	610 416	
158	IT430	VENEZIA	74 635	VCE	5 293 491	
159	IT434	VERONA	246 284	VRN	2 448 727	
160	LT002	KAUNAS	429 000	KUN	21 732	
161	LT003	KLAIPEDA	206 400	KLJ	nc	
162	LT006	VILNIUS	590 100	VNO	719 850	
163	LU002	LUXEMBOURG	102 553	LUX	1 457 553	
164	LV004	RIGA	839 670	RIX	712 451	
165	MD003	KISHINEV	676 000	KIV	341 694	
166	MK013	SKOPJE	444 760	SKP	487 177	
167	MT001	VALLETTA	215 000	MLA	2 675 781	
168	NL001	S GRAVENHAGE (La Haye)	444 720	HAG	-	
169	NL007	AMSTERDAM	687 220	AMS	39 960 400	
170	NL056	ROTTERDAM	573 470	RTM	616 823	
171	NL066	UTRECHT	229 849	UTC	-	
172	NO003	BERGEN	197 453	BGO	3 596 437	
173	NO017	OSLO	731 594	OSL	13 646 890	
174	PL008	BIALYSTOK	280 600	QYY	-	
175	PL017	BYDGOSZCZ	386 600	BZG	nc	
176	PL027	CZESTOCHOWA	258 900	CZW	-	
177	PL034	GDANSK	462 300	GDN	365 036	
178	PL035	GDYNIA	251 900	QYD	-	
179	PL037	GLIWICE	213 400	QLC	-	
180	PL061	KATOWICE	351 000	KTW	257 899	
181	PL064	KIELCE	213 700	QKI	-	
182	PL074	KRAKOW	740 700	KRK	593 214	
183	PL086	LODZ	818 000	LCJ	nc	
184	PL093	LUBLIN	355 400	QLU	-	
185	PL130	POZNAN	580 800	POZ	263 509	
186	PL138	RADOM	232 800	QXR	-	
187	PL167	SZCZECIN	418 800	SZZ	87 435	
188	PL183	WARSZAWA	1 628 500	WAW	5 166 991	
189	PL189	WROCLAW	640 600	WRO	284 334	
190	PT014	FARO	31 619	FAO	4 696 055	
191	PT018	LISBOA	663 394	LIS	9 636 419	
192	PT022	PORTO	302 472	OPO	2 675 834	
193	RO006	BACAU	209 689	BCM	-	
194	RO020	BUCURESTI	2 027 512	BBU	2 347 217	
195	RO033	CLUJ-NAPOCA	332 792	CLJ	147 509	
196	RO036	CONSTANTA	344 876	CND	nc	
197	RO038	CRAIOVA	312 891	CRA	-	
198	RO056	IASI	348 399	IAS	-	
199	RO070	ORADEA	223 288	OMR	33 583	
200	RO077	PLOIESTI	253 414	QPL	-	
201	RO096	TIMISOARA	334 098	TSR	332 164	
202	RU069	KALININGRAD	415 100	KGD	-	
203	RU108	SANKT-PETERSBURG	4 320 900	LED	3 794 138	
204	RU124	MOSKVA	8 570 200	MOW	23 715 964	
205	SE008	GOETEBORG	480 839	GOT	3 643 873	

206	SE026	MALMOE	234 599	MMX	1 812 388	
207	SE036	STOCKHOLM	1 148 953	STO	16 501 166	
208	SI009	LJUBLJANA	269 972	LJU	921 440	
209	SK004	BRATISLAVA	452 053	BTS	487 735	
210	SK012	KOSICE	240 915	KSC	190 232	
211	TR033	ISTANBUL	8 260 438	IST	13 485 374	
212	UA039	KYIV	2 620 900	IEV	2 361 455	
213	UK002	ABERDEEN	200 953	ABZ	2 509 544	
214	UK031	BELFAST	559 464	BFS	5 951 923	
215	UK279	BIRMINGHAM	2 296 180	BHX	9 083 101	
216	UK039	BLACKPOOL	261 355	BLK	190 212	
217	UK044	BOURNEMOUTH	358 321	BOH	464 517	
218	UK051	BRIGHTON	437 592	BSH	-	
219	UK052	BRISTOL	522 784	BRS	3 915 072	
220	UK066	CARDIFF	308 410	CWL	1 924 945	
221	UK087	COVENTRY	331 248	CVT	nc	
222	UK097	DERBY	223 836	EMA	4 265 905	
223	UK110	EDINBURGH	422 540	EDI	7 486 481	
224	UK122	GLASGOW	1 277 367	GLA	8 130 010	
225	UK132	LONDON	7 651 634	LON	113 693 175	
226	UK133	MANCHESTER	2 277 330	MAN	19 901 157	
227	UK168	KINGSTON-UPON-HULL (Humberside)	310 636	HUY	519 344	
228	UK280	LEEDS	1 445 981	LBA	2 017 649	
229	UK173	LEICESTER	416 601	QEW	-	
230	UK178	LIVERPOOL	837 998	LPL	3 177 009	
231	UK184	LUTON	221 337	LTN	6 797 175	
232	UK274	NEWCASTLE	885 981	NCL	3 939 505	
233	UK208	NOTTINGHAM	613 726	NQT	4 265 905	Aéroport de East Midlands
234	UK216	PLYMOUTH	245 295	PLH	89 219	
235	UK221	PORTSMOUTH	409 341	PME	-	
236	UK223	PRESTON	256 411	XPT	-	
237	UK238	SHEFFIELD	633 362	SZD	nc	
238	UK242	SOUTHAMPTON	276 752	SOU	1 218 675	
239	UK243	SOUTHEND	266 749	SEN	nc	
240	UK259	SWANSEA	273 129	SWS	nc	
241	UK263	TEESSIDE	369 609	MME	712 395	
242	UK269	STOCKE-ON-TRENT	367 976	XWH	nc	
243	YU010	BEOGRAD	1 168 454	BEG	1 860 398	
244		ALGER	4 020 400	ALG	3 345 218	
245		RABAT	1 636 600	RAK	1 368 281	
246		TUNIS	1 660 300	TUN	3 049 183	

Sources :

Population GISCO amendée par Géopolis

Code IATA : <http://www.abm.fr> et <http://www.tci-transport.fr/IATACHER.htm>

Trafic passager : Aéroports Magazine, Trafic aéroportuaire 2003, numéro Hors série de mai 2004 amendé par les chiffres fournis par les aéroports

Annexe 7 : Le site d'Amadeus, présentation de l'interface

Cette annexe a pour objectif de décrire le fonctionnement de l'interface dans la réalisation d'une interrogation entreprise dans le but de simplifier au maximum chaque requête pour obtenir les données horaires.

Dans l'idée de cette simplification de notre démarche mais aussi pour se préserver des erreurs de frappes dans la saisie du nom des villes, on a testé les sites avec l'utilisation des codes IATA⁶⁶⁶ dans les interrogations. Il s'agit de trois lettres reconnues internationalement pour les villes et en général deux lettres pour les compagnies aériennes. Seuls quelques sites ont accepté des requêtes de ce type, dont Amadeus. L'idée est alors de baser nos requêtes sur des interrogations codées, par exemple, la requête portant sur la liaison Londres – Paris donnant de : LON à : PAR. Après interrogations sur les villes LON et PAR, on obtient une fiche horaire en résultat qui montre que d'une ville à une autre, on est bien sur LON – PAR soit Londres – Paris mais que d'un aéroport à un autre LON – PAR devient LHR – CDG ou LCY – ORY... Ainsi, le travail basé sur l'interrogation des villes renvoie une description des infrastructures aériennes et ferroviaires en présence dans chaque ville.

Et dans le contexte d'une interrogation d'Amadeus par les codes IATA des villes, il nous faut aussi dresser la liste des codes IATA des aéroports et des gares codées, nous verrons que ce travail est également nécessaire pour les compagnies aériennes avec un code IATA à 2 lettres et une série de chiffres qui correspondent au numéro de vol qui identifie la relation.


Comme le montre la figure suivante, Amadeus fournit les codes villes et aéroports, ainsi, on lance la recherche sur une ville, ici Londres (London) dont on identifie le code pays (GB ou UK) et on cherche à obtenir les correspondances des codes villes et aéroports. La figure montre que si on interroge « les aéroports » en entrant la ville de Londres, on ne reçoit comme résultat que l'aéroport de Londres City (LCY). Par contre, le résultat au niveau de la ville de Londres donne la totalité des aéroports

⁶⁶⁶ IATA : *International Air Transport Association* en français, Association Internationale du Transport Aérien. L'association est une organisation commerciale internationale de sociétés de transport aérien. Elle regroupe et réglemente presque toutes les compagnies du monde. Elle codifie les aéroports en même temps que les villes, les compagnies aériennes et certaines gares ferroviaires. Mais on recense des cas particuliers de villes qui disposent de plusieurs aéroports et de gares codées.

londoniens ainsi que leurs codes : Londres City (LCY), Londres Gatwick (LGW), Londres Heathrow (LHR), Londres Luton (LTN), Londres Stansted (STN). On notera ici qu'aucune des gares de Londres n'apparaît et par conséquent on ne dispose d'aucun code.

amADEUS.net <http://www.amadeus.net/home/new/index-fr.htm>

Rechercher:

Code pays:  ((Facultatif))

Afficher les correspondances: ☐ Aéroports ☐ Villes ☒ Les deux

Cliquez sur le lien pour renseigner les champs 'De' et 'A'.

Aéroports:

Correspondance			Ville / Aéroport	Distance (en Kilomètres)
Nom	Province	Pays		
BIGGIN HILL	-	Grande Bretagne	BIGGIN HILL (BGH), Londres, Grande Bretagne	-
HEATHROW	-	Grande Bretagne	HEATHROW (LHR), Londres, Grande Bretagne	-
LONDON CITY APT	-	Grande Bretagne	LONDON CITY APT (LCY), Londres, Grande Bretagne	-
LONDON GATWICK	-	Grande Bretagne	LONDON GATWICK (LGW), Londres, Grande Bretagne	-
LUTON	-	Grande Bretagne	LUTON (LTN), Londres, Grande Bretagne	-
STANSTED	-	Grande Bretagne	STANSTED (STN), Londres, Grande Bretagne	-

Villes:

Correspondance	Province	Pays	Aéroports	code
Londres	-	Grande Bretagne	Biggin Hill, BGH Gatwick, LGW Heathrow, LHR Londres City Apt, LCY Luton Airport, LTN Stansted, STN	LON

[amadeus.net](#)

Figure 63 : La recherche Ville/Aéroport sur le site Amadeus, illustration mise en page par l'auteur.

Donc, comme on le voit ci-dessus, la ville de Londres est codée LON. Ce code regroupe l'ensemble des aéroports de la ville qui sont eux-mêmes codés : LHR, LGW, STN, LCY et LTN. Les gares ne sont pas recensées avec la ville, pourtant les gares de Londres sont codées : la gare de Londres Paddington est ainsi codée QQP et celle de Victoria ZEP. C'est en interrogeant les relations qu'on va retrouver au fur et à mesure les codes des gares ferroviaires. Au total Londres dispose de 7 gares codées : Paddington (QQP), King's Cross (QQK), Liverpool Street (ZLS), Waterloo (QQW), Victoria(ZEP), Euston (QQU) et St-Pancras (QQS). Toutefois, on ne doit pas omettre la présence de gares ferroviaires dans les aéroports londoniens qui sont elles aussi codées, toutefois, les gares présentes dans les aéroports disposent des

mêmes codes que ces derniers. On aura LHR pour l'aéroport de Londres Heathrow et LHR pour la gare située dans cet aéroport.

Le codage des villes comme des aéroports nous permet de réduire considérablement le nombre d'erreurs qui serait du à la sélection d'une mauvaise ville. En ce qui concerne le codage du ferroviaire, toutes les gares ne sont pas codées et la réalité montre deux choses.

Premièrement, les gares codées sont celles qui disposent d'un lien ferroviaire vers un aéroport, d'ailleurs elles sont en grande majorité codées sous un code vol qui tout en précisant la nature de la liaison (ferroviaire) est affichée avec le code d'une compagnie aérienne. Si on se réfère à l'illustration ci-dessous, extraite d'Amadeus, on voit que la relation Lille-Paris s'effectue en train (TR) sous le numéro de vol AF 7250 qui indique que c'est la compagnie aérienne Air France qui est en partage de code, c'est-à dire que la compagnie Air France ne fait que commercialiser un vol opéré par la SNCF.

Air France AF 7250 TR	Lille Europe Railway (XDB), Lille, France	17:10
	Charles De Gaulle (CDG), Paris, France	
	Terminal TN	18:00
	Sans escale / TRN	4h05min N/D Oui Oui
Air France AF 2100	Charles De Gaulle (CDG), Paris, France	
	Terminal 2F	19:10
	Barajas (MAD), Madrid, Espagne	
	Terminal 1	21:15
	Sans escale / 320	Oui Oui Oui

Figure 64 : Exemple d'une liaison TGV en partage de code avec Air France⁶⁶⁷

Deuxièmement, on trouve des relations qui ne s'effectue qu'en train avec plusieurs cas de figures, le cas des villes sans aéroports ou de petites tailles mais aussi celui des villes qui disposent d'un aéroport mais qui trop proche d'une autre ville ne peuvent faire le lien qu'en utilisant le mode ferroviaire, c'est le cas notamment des relations Lille-Paris ou Tours-Paris. Enfin, le cas où les modes aériens et ferroviaires sont aussi compétitifs l'un que l'autre sur la relation.

Finalement, l'utilisation d'Amadeus est rendue plus simple, une fois l'étape du codage des villes franchie, car procéder aux interrogations avec le code des villes

⁶⁶⁷ Source : <http://www.amadeus.net/home/new/index-fr.htm> , mise en page par l'auteur.

nous permet de cibler toutes les infrastructures de chacune d'elles. Avant d'entrer plus en détail dans la méthode d'extraction des données, nous proposons de présenter la source utilisée et de procéder à la description des étapes pour obtenir les données.

Il s'agit ici de retracer la méthode d'obtention de l'offre horaire sur le site Amadeus. Ainsi, comme le montre l'illustration suivante, Amadeus⁶⁶⁸ se présente ainsi et nécessite quelques réglages pour l'obtention des données.

The screenshot shows the Amadeus.net homepage in a Microsoft Internet Explorer browser window. The address bar displays 'http://www.amadeus.net/home/new/index-fr.htm'. The page features a blue header with navigation links: 'vol', 'voiture', 'hôtel', 'info vol', and 'voyage'. The main search area is titled 'vol' and includes fields for 'De:' (Londres) and 'À:' (Paris). Red annotations point to these fields with the text 'Ville de départ code 3 lettres ex: LON pour Londres' and 'Ville d'arrivée code 3 lettres ex: PAR pour Paris'. Below these fields, there are dropdown menus for 'Aller:' (Mars) and 'Type de voyage:' (Aller simple). Red annotations point to these with the text 'Réglage manuel du mois de référence' and 'Réglage manuel de la date de référence'. There are also fields for '27' and '00:00' with red annotations pointing to them with the text 'Réglage manuel de l'heure de référence'. A 'Rechercher' button is at the bottom right, with a red annotation pointing to it with the text 'Lancement de la recherche'. Below the search area, there is a section titled 'Affinez votre recherche' with a dropdown menu for 'Compagnies aériennes préférées' and a 'Rechercher par' dropdown menu. Red annotations point to these with the text 'Choix de classement des données'. The 'Rechercher par' dropdown menu is open, showing options: 'Nombre de Connexions', 'Nombre de Connexions', 'Heure de départ', 'Heure d'arrivée', and 'Durée de Vol'. The 'Heure de départ' option is selected.

Figure 65 : Présentation du site Amadeus : feuille de réglage

L'illustration, complétée par nos soins, indique la démarche à suivre pour obtenir l'offre horaire :

1. On entre le code IATA de la ville de départ : LON
2. On entre le code IATA de la ville d'arrivée : PAR
3. On règle la date de départ, mois et jours : Mars 27 (qui correspond au jour de référence que l'on a défini)

⁶⁶⁸ <http://www.amadeus.net/home/new/index-fr.htm> . Nouvelle présentation (2005) par rapport à la date du début de la recherche (2003).

4. On règle l'heure de départ que l'on cale sur : 00h00
5. On règle le choix de classement de la recherche que l'on cale sur :
Heure de départ
6. On lance la recherche en cliquant sur : Rechercher

L'étape suivante correspond à l'attente des résultats qui s'affichent sur une autre page. Par feuille de résultat, on obtient environ 10 vols, ou plus exactement 10 propositions d'itinéraires pour la relation interrogée. La figure suivante illustre nos propos.

Vois : Londres, Grande Bretagne - Paris, France Jeudi 27 mars 2003

Départ Tous les aéroports (LON), Londres, Grande Bretagne vers Tous les aéroports (PAR), Paris, France
LÉGENDE: 1ère=Première, aff=Affaires, Eco=Economique, N/D=Cette classe n'existe pas, Non=Vol complet, OP=Vol assuré par une autre compagnie aérienne, R=En demande **TR**= réservation sous certaines conditions

Vol	Départ	Arrivée	Escales / Appareil	Durée	Places disponibles 1ère aff Eco
Air France AF 1571	Heathrow (LHR), Londres, Grande Bretagne Terminal 2	13:05 Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 2F	15:15 Sans escale / 320	1h10min	N/D Oui Oui
BM BD 177	Heathrow (LHR), Londres, Grande Bretagne Terminal 1	13:20 Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 1	15:35 Sans escale / 320	1h15min	Oui Oui Oui
Lufthansa LH 6721 OP	Heathrow (LHR), Londres, Grande Bretagne Terminal 1	13:20 Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 1	15:35 Sans escale / 320	1h15min	N/D Oui Oui
Air France AF 1671	Heathrow (LHR), Londres, Grande Bretagne Terminal 2	14:00 Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 2F	16:10 Sans escale / 320	1h10min	N/D Oui Oui
Qantas Airways QF 3314 OP, TR	Heathrow (LHR), Londres, Grande Bretagne Terminal 4	14:15 Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 2B	16:25 Sans escale / 320	1h10min	N/D Oui Oui
British Airways BA 314	Heathrow (LHR), Londres, Grande Bretagne Terminal 4	14:15 Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 2B	16:25 Sans escale / 320	1h10min	N/D Oui Oui
British Airways BA 316	Heathrow (LHR), Londres, Grande Bretagne Terminal 4	14:50 Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 2B	17:00 Sans escale / 319	1h10min	N/D Oui Oui
Eurostar 9F 9036	Waterloo Rail (QOW), Londres, Grande Bretagne	15:11 Gare Du Nord Railway (XPG), Paris, France	18:53 Sans escale / TRN	2h42min	Oui Oui Oui
SriLankan Airlines UL 2181 OP	Heathrow (LHR), Londres, Grande Bretagne Terminal 1	16:00 Charles De Gaulle (CDG), Paris, France Terminal 1	18:10 Sans escale / 320	1h10min	N/D Oui Oui

Figure 66 : Présentation du site Amadeus : Feuille de résultats

Ainsi avec une interrogation dont l'heure de référence est réglée sur 00h00, on est alors dans l'impossibilité d'obtenir toute l'offre en une interrogation. Il nous faut donc relancer l'interrogation en effectuant cette fois-ci qu'un seul réglage, celui de l'heure de référence pour le départ. Le nombre d'interrogation évalué à 83232 va donc être multiplié entre 3 et 6, ce qui représente entre 249 696 et 499 392 requêtes à poser.

Notons que depuis 2003, l'interface du site et son fonctionnement ont changé. Si on prend l'exemple de la relation Londres – Paris pour obtenir toute l'offre horaire sur une journée il nous faut poser jusqu'à 20 requêtes en 2006 avec moins de 10 propositions d'itinéraires par requêtes. En 2003, le nombre de requête par relation était moins élevé de l'ordre de 3 à 9 maximum avec par feuille de résultats 10 itinéraires ce qui n'est plus le cas en 2006 et ce qui a pour conséquence de démultiplier une fois de plus le nombre de requêtes.

Annexe 8 : Présentation d'« Automate 5 »

Automate est un outil qui nous permet de construire mais aussi de gérer des procédures qui consistent à reproduire des tâches « manuelles » répétitives. Les deux modules d'Automate, le constructeur de tâches et l'administrateur de tâches se décomposent de la manière suivante :

- **Constructeur de tâches :**

Pour construire une procédure qui correspond à une énumération de tâches, on a accès à des actions. Celles-ci sont en grande partie interactives et dans la centaine d'actions disponibles, il est possible d'ouvrir des programmes ou fichiers, de procéder à des déplacements de souris, des entrées de clavier ou encore de lancer un accès à internet. De plus, dans ces actions on va avoir la possibilité d'exécuter des scripts visual basic dans Automate et nous verrons plus tard l'importance de cette fonction.

- **Administrateur de tâches :**

Ce deuxième module, l'administrateur de tâches permet quant à lui de définir les événements qui vont déclencher l'exécution de la procédure construite, soit l'exécution des tâches et des actions.

Annexe 9 : Procédure d'automatisation du recueil des données avec « Automate 5 »

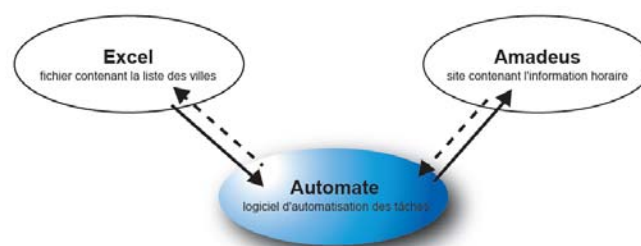
Pour construire une procédure d'automatisation de la recherche horaire, on propose d'introduire le logiciel Automate en partant des éléments dont on dispose. Le but ici n'étant pas de rentrer dans le détail du fonctionnement du logiciel mais plutôt de familiariser le lecteur à la procédure d'automatisation qui découle de l'utilisation du logiciel.

Le point de départ est le recensement des supports :

Premièrement, on dispose d'un fichier Excel nommé *VillesHoraires.xls* qui contient deux colonnes. La colonne A contient le nom des villes soumises à l'étude et la colonne B contient les codes IATA (3 lettres) correspondant aux villes de la colonne A. Le deuxième support est le site internet d'horaire de transport en ligne, Amadeus⁶⁶⁹, choix qui a été opéré en fonction de l'offre donnée par rapport aux informations qu'on a jugé nécessaires. Enfin, le troisième support dont on dispose est un fichier Automate vide puisque la procédure reste à construire.

La procédure proprement dite consiste à reproduire les étapes du recueil des données dont une partie est décrite dans l'annexe 7 au moment de la présentation du site Amadeus et de la feuille de réglage à effectuer avant de lancer la recherche. On souhaite récupérer l'information horaire d'Amadeus, extraire cette information en la transférant dans un fichier Excel pour ensuite traiter cette information et construire notre propre base de données afin d'effectuer l'analyse de l'accessibilité des villes en Europe.

Donc trois supports que l'on doit mettre en relation et c'est le troisième d'entre eux, Automate, qui remplit ce rôle puisque toutes les informations entrant et sortant des deux supports, Excel et Amadeus, transitent par Automate.



⁶⁶⁹ <http://www.amadeus.fr>

Figure 67 : Supports nécessaires à la construction de la procédure d'automatisation de recherche et de traitement horaire

On propose donc dans le point, qui suit, de présenter la construction pas à pas de la procédure qu'Automate devra « administrer ».

Construction de la procédure d'automatisation de la recherche d'horaire :

La première étape consiste à lancer l'ouverture d'Automate comme le montre l'illustration suivante.

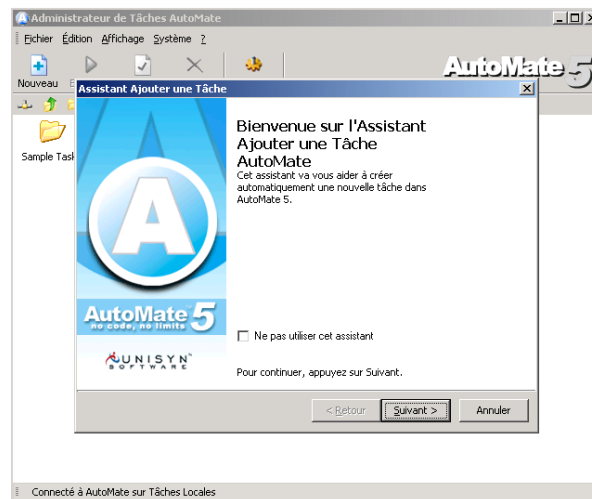


Figure 68 : Ouverture Automate

Automate est vide de toute procédure et on doit entrer dans le constructeur de tâches en donnant un nom à la procédure que l'on veut construire : Excel_Amadeus_Automate (pour l'exemple).

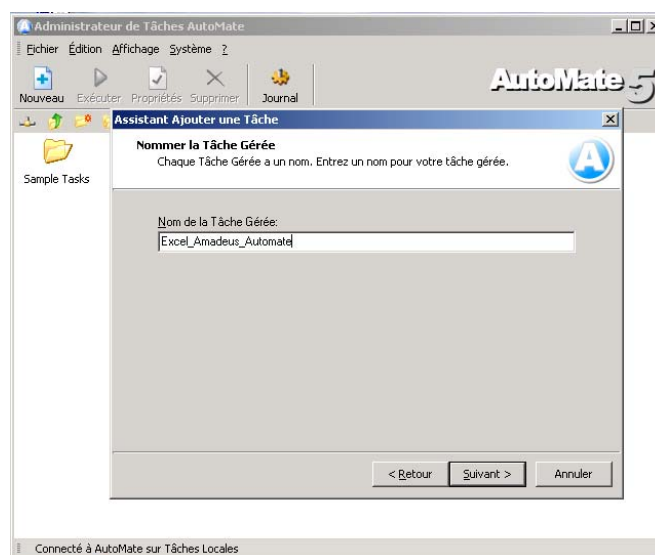


Figure 69 : Nommer la nouvelle tâche

La tâche nommée Excel_Amadeus_Automate constitue la deuxième étape et sera une référence pour l'administrateur de tâche.

L'étape suivante est de définir le déclencheur qui va lancer l'exécution de la tâche, comme le montre l'illustration suivante :

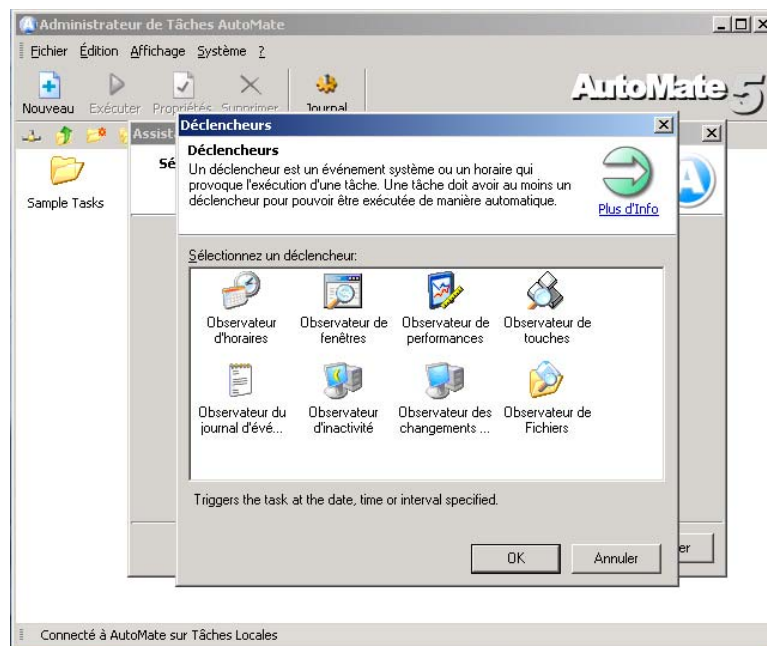


Figure 70 : Déclencheur de tâches

Etape que nous n'avons pas insérée dans la procédure donc on choisit de ne pas sélectionner de déclencheur et donc de passer directement à l'étape 3. Cette étape nous permet de finaliser la création de notre tâche, en cliquant sur *Suivant* (Etape 4) puis *Fin* (Etape 5). Les deux figures suivantes illustrent nos propos :

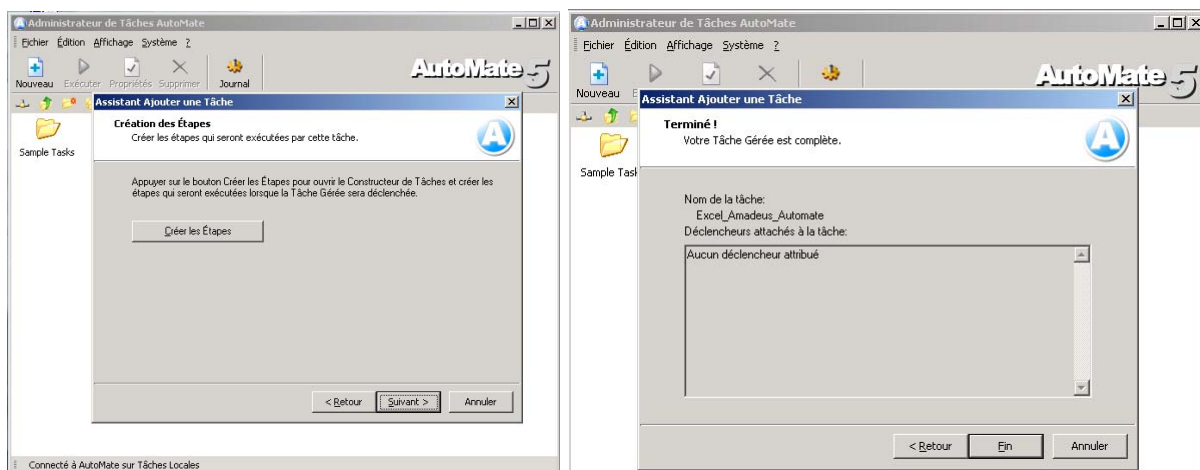


Figure 71 : Finalisation de la création de la tâche « *Excel_Amadeus_Automate* »

Une fois créée dans l'administrateur de tâche Automate, on double clique sur la tâche et on édite les étapes. L'étape 7, illustrée par la figure qui suit, montre qu'on est entré dans le constructeur de tâches. On peut commencer à construire la procédure.

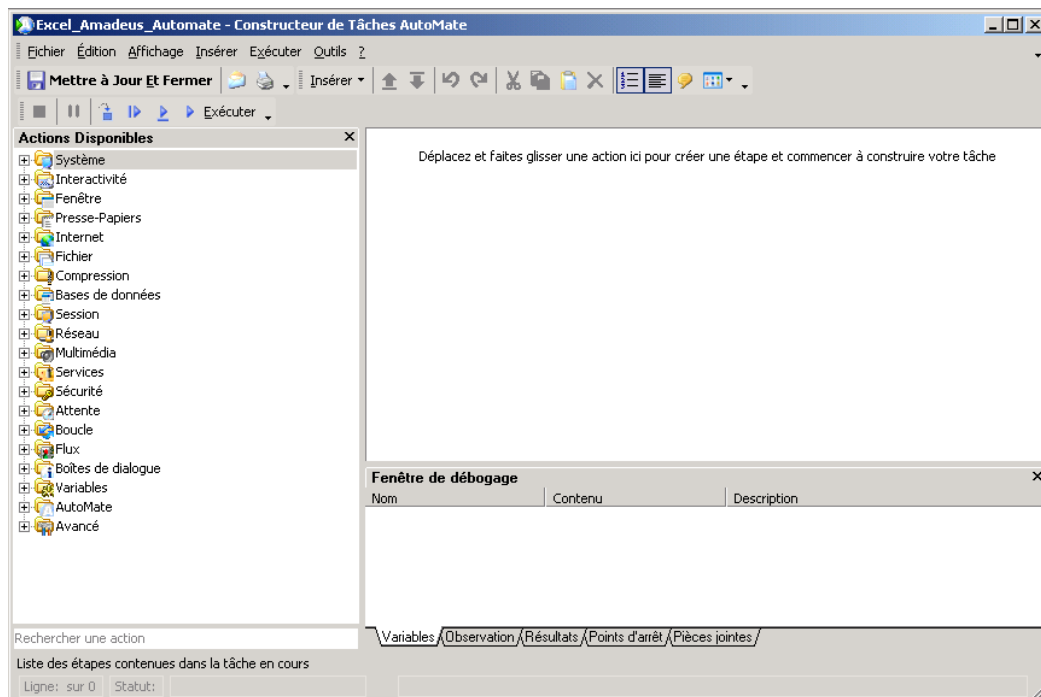


Figure 72 : Présentation du constructeur de tâche

Le constructeur de tâche dispose d'un ensemble de menus. Sur la gauche, on trouve la fenêtre des actions disponibles que nous expliciterons dans l'étape suivante. A droite de cette première fenêtre on trouve la fenêtre de tâche où la procédure sera construite et en dessous la fenêtre de débogage. La fenêtre de débogage nous permet de garder la main sur la procédure au cours de l'exécution et d'identifier les défauts de conception le cas échéant.



Figure 73 : Suivi de l'exécution de la procédure dans la fenêtre de débogage

L'étape 8 consiste alors à introduire les actions pour créer les étapes de la procédure. On propose ainsi de faire un tour rapide des actions qui apparaissent

dans le menu des actions disponibles. Avec l'introduction de la figure ci-dessous, on a ainsi une idée plus précise des instructions, des fonctions que l'on peut automatiser.

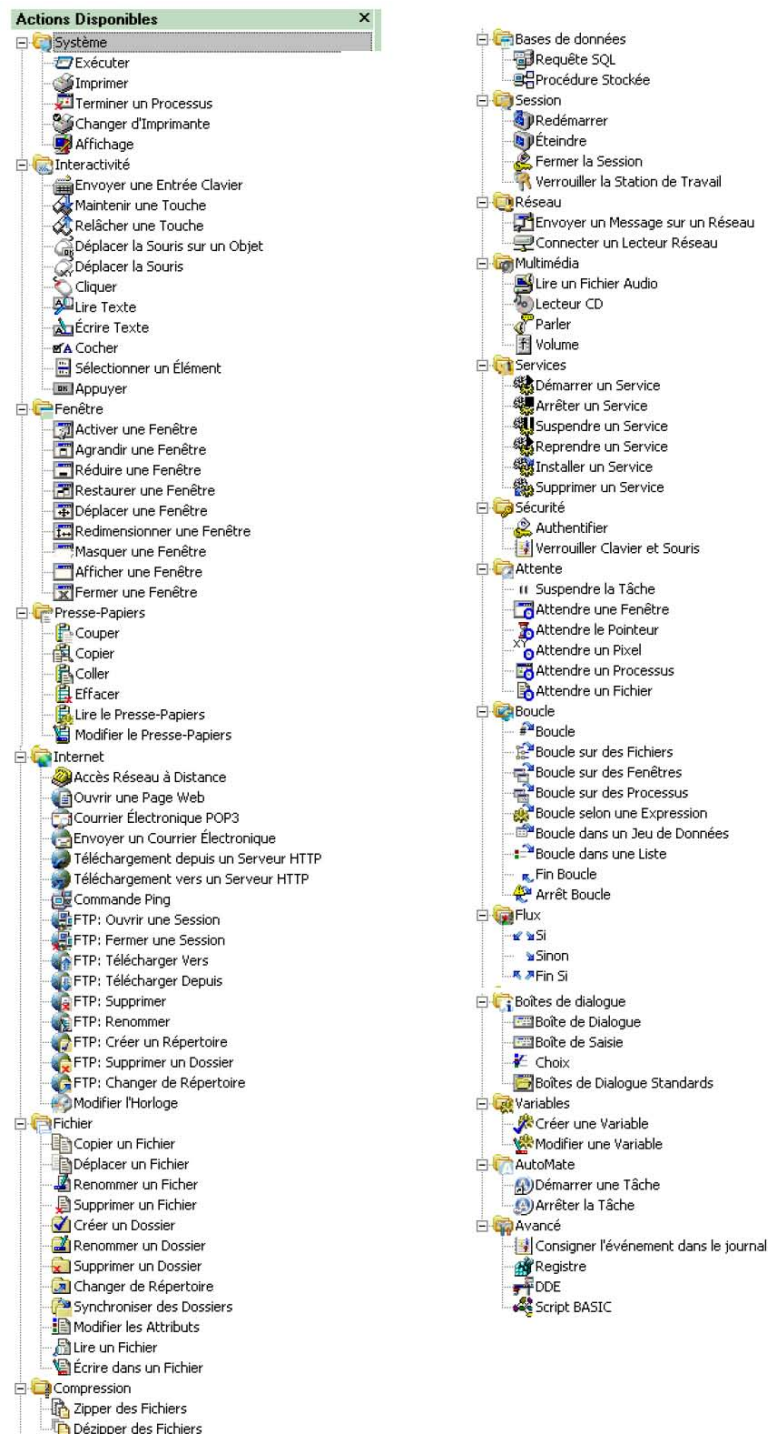


Figure 74 : les actions disponibles dans Automate 5

Pour introduire une action, on la sélectionne avec la souris et on la fait glisser vers la fenêtre de droite ou on double clique sur la tâche à inclure, figure suivante.

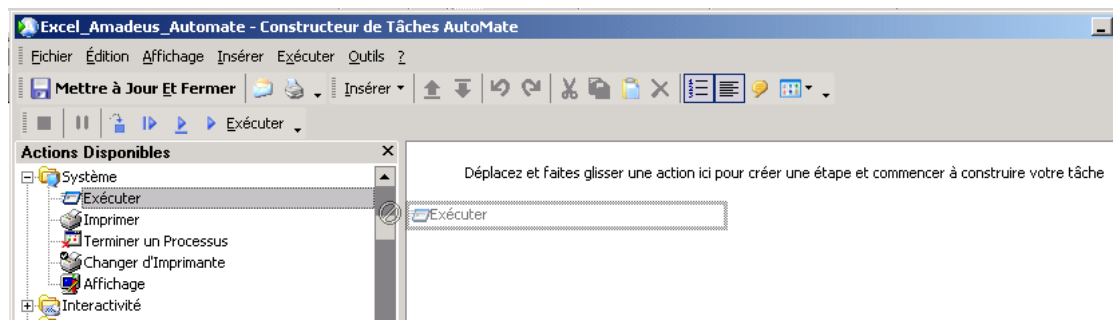


Figure 75 : Introduction d'une tâche dans la procédure d'automatisation

Ce qu'il est important de préciser ici, c'est le fait qu'Automate permette à des usagers non initié du langage AML, de pouvoir construire des procédures automatiques grâce à des correspondances visuelles des instructions automate programmées en langage AML.

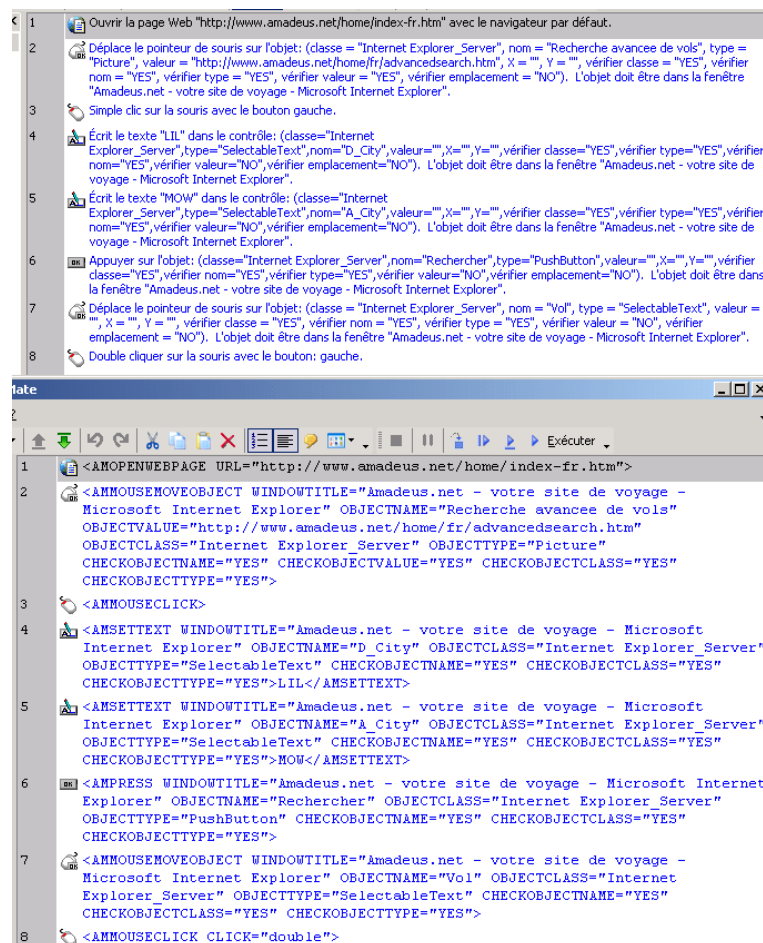


Figure 76 : Affichage des deux langages disponibles sur Automate 5

Pour illustrer nos propos et comme le montre la figure ci-dessus, on a inséré une suite d'actions dans la fenêtre du constructeur de tâche et on a affiché les deux types de langages.

On propose à partir d'ici de revenir sur la logique de construction de la procédure de recherche horaire que nous avons construite, en reprenant les grandes étapes que nous avons suivi, avant de proposer la procédure Automate final (en annexe). Pour présenter cette logique de construction, on adopte le plan suivant : premièrement on souhaite revenir sur les informations de départ, puis il s'agira de proposer une définition de la procédure et avant de s'attacher à la structure de celle-ci.

L'information dont on dispose au départ est contenue dans un fichier Excel nommé *VillesHoraires.xls*. Ce fichier contient le nombre de villes à étudier et les noms (colonne A) et codes de celles-ci (colonne B).

Pour l'automatisation de la recherche horaire on part donc de ces éléments qui constituent un socle et qui vont être décrits en tant que variables dans la procédure. On connaît aussi dès le départ le jour de référence des interrogations puisque nous l'avons défini précédemment : le jeudi 27 mars 2003. Ce jour fait également partie des variables à créer.

Enfin, grâce aux tests pratiqués sur Amadeus, on a une idée précise des informations que l'on souhaite récupérer, informations qui vont aussi être intégrées en tant que variable dans la procédure.

Automatiser la recherche horaire sur des couples origines-destinations à partir d'une liste de villes signifie que nous allons devoir développer la procédure sur une boucle générale. Sur un couple origine-destination on va utiliser deux variables : *NomVille_i* et *Nomville_j*. La première boucle se fait sur *i* pour choisir la ville de départ : *NomVille_i*. On récupère le code de la ville *i* que l'on stocke dans le presse-papier puis on boucle sur *j* pour choisir la ville de destination : *NomVille_j*, si *i* est différent de *j* alors on récupère le code de la ville *j* et on le stocke également dans le presse-papier. On procède ensuite à la requête et on récupère l'information sur la relation.

La procédure comprend deux grandes phases avec en premier la définition et à la structure de la procédure. La deuxième phase correspond quant à elle à la récupération des données, comme le montre le schéma suivant.

La première étape, si on reprend la figure des supports nécessaires à la construction de la procédure d'automatisation, vise à établir une communication entre les trois supports pour définir et structurer la procédure.

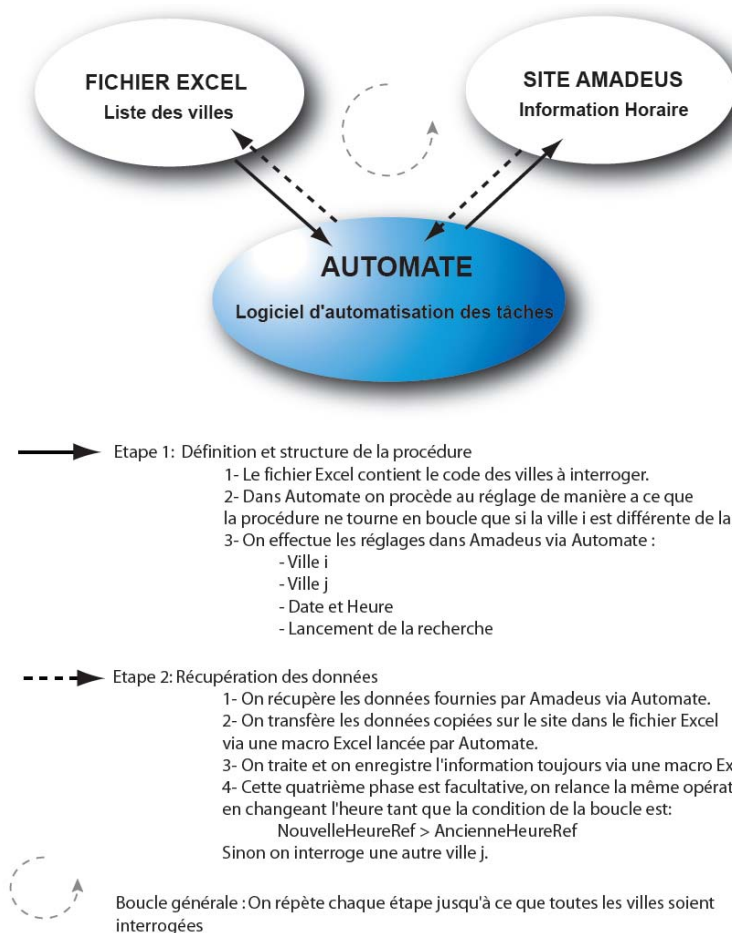


Figure 77 : Procédure d'automatisation de la recherche et du traitement horaire

On propose donc de revenir pas à pas sur les étapes de construction de la procédure que l'on expose dans le schéma qui suit :

0) On lance l'ouverture du constructeur de tâches Automate, l'ouverture du logiciel est manuelle. Dans un premier temps, on va construire la procédure, ce qu'on propose d'exposer ici. Toutefois, une fois la procédure d'automatisation finalisée, le lancement de l'ouverture d'Automate sera toujours manuel mais le reste de la procédure sera lancé en envoyant l'instruction *Exécuter*. Il est important de préciser que le lancement de la procédure nous fait perdre la main sur l'ordinateur puisque Automate exécute automatiquement nos gestes.

Dans Automate, la construction commence par la création des variables qui sont localisées dans les trois supports et qui vont permettre la communication entre eux.

On lance ensuite l'ouverture des supports, avec en premier l'ouverture d'Excel via l'utilisation de l'action *Exécuter un fichier ou un programme*. Puis on lance l'ouverture d'Amadeus, avec l'action *Ouvrir la page Web* suivie de l'adresse du site :

<http://www.amadeus.net>, qui nous permet d'aboutir directement à la recherche d'horaires.

Une fois les trois supports ouverts, on va insérer dans la procédure une action qui nous permettra de sélectionner le bon support au bon moment. Chaque programme ou fenêtre ouverte sur l'ordinateur est muni d'un numéro ou « *Handle* », lors de l'ouverture d'un programme ou d'un fichier. On lance une requête Automate en demandant l'activation d'une fenêtre portant, par exemple, le titre « *Microsoft Excel-VillesHoraires.xls* », puis on met à jour la variable créée préalablement et nommée « *HandleExcel* » en lui affectant la valeur qui correspond au numéro de fenêtre, que l'on vient d'activer, avec l'instruction « *%GetFocusedWindowHandle()%* ».

On passe ensuite à l'ouverture de la page web Amadeus « <http://www.amadeus.net/pl/availability/fr/...> » avec le navigateur par défaut. Ainsi on a ouvert la page Amadeus qui permet de démarrer la recherche horaire et comme pour le fichier Excel on récupère le numéro de fenêtre et on met à jour la variable nommée « *HandleAmadeus* ».

1) On procède ensuite à des préréglages dans Amadeus qui correspondent aux réglages suivants :

- Aller simple (clic sur...)
- Date : choix du jour de référence, le jeudi 27 mars 2003 (menu déroulant, on clic sur le mois et le jour)
- Heure de référence prédéfinie 00:00 (heure indiquée par défaut, le réglage se fait par menu déroulant et clic sur...)
- Rechercher par : Heure de départ (menu déroulant et clic sur...)

2) La deuxième étape nous fait entrer dans la boucle générale de la procédure qui se décompose en sous-étapes. La première de ces sous-étapes établit la correspondance entre les trois supports puisqu'il s'agit de choisir la relation à interroger, de la sélectionner dans Excel et de l'amener dans Amadeus.

Une fois le couple de ville insérée dans Amadeus, on lance la recherche et on attend la feuille résultat. Dans la figure qui suit nos propos correspondent aux étapes numérotées de 2 à 9.

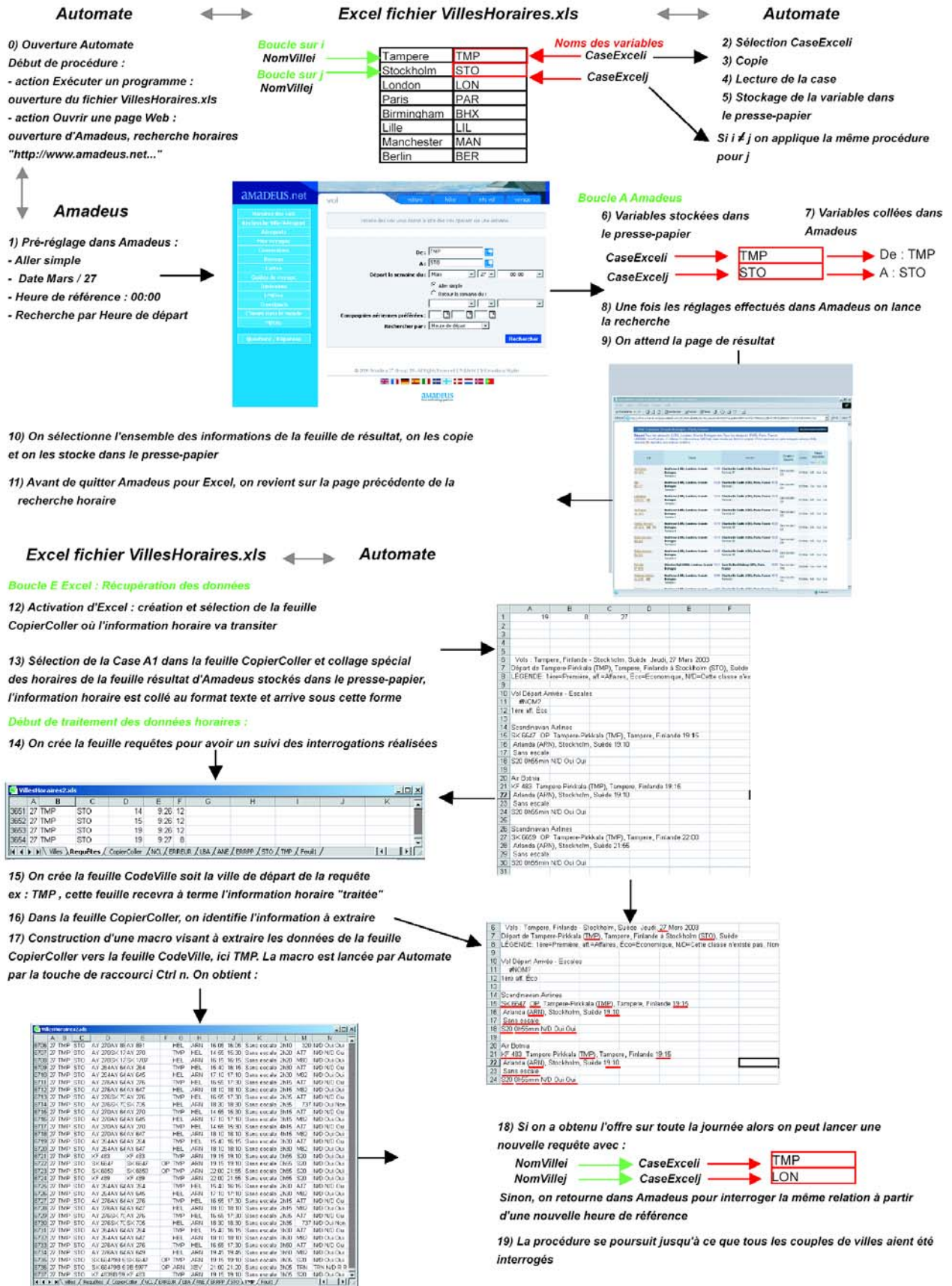


Figure 78 : Procédure schématisée de recueil et de traitement des données horaires

On souhaite alors récupérer l'information affichée dans la feuille de résultat. Cette étape consiste donc à recueillir et traiter les données horaires qui proviennent d'Amadeus. La récupération des données se fait grâce à l'exécution d'une Macro Excel lancée par Automate.

L'idée de départ étant qu'une fois qu'on a copié la feuille de résultat Amadeus on vient coller ces résultats dans le fichier Excel VillesHoraires.xls.

La construction de la Macro Excel nécessite un investissement de notre part dans la programmation en Visual Basic. On propose de reprendre ici les principaux points de cette macro pour définir la méthode adoptée dans le recueil et le traitement des données pour la construction de notre base horaire⁶⁷⁰.

La récupération et le traitement se décomposent de la manière suivante :

10) On récupère dans Excel les données stockées dans le presse-papier provenant de la feuille de résultat Amadeus. Le fichier Excel VillesHoraires initial contient une feuille nommée ListeVilles qui contient les codes de villes à interroger par couple.

11) Cette étape consiste, une fois que les données de la feuille résultat sont stockées dans le presse-papier à revenir dans Amadeus sur la feuille de recherche horaire.

12) Dans Excel, le premier stade de la récupération passe par la création d'une nouvelle feuille qu'on nomme Copier-Coller. Celle-ci a pour objectif de servir de plate-forme temporaire ou feuille de transition, puisqu'il s'agit d'y coller provisoirement les informations recueillies dans Amadeus.

13) On active ensuite cette feuille, on s'assure qu'elle soit vide de toutes informations. L'étape suivante consiste à activer la première case Excel : la case A1 et on colle l'information horaire d'Amadeus avec un collage spécial, car l'information que l'on recueille provient d'internet et est au format html, comme le montre la figure suivante. Une fois qu'on a récupéré l'information dans la feuille Copier-Coller on doit la traiter.

14) Toujours dans le fichier Excel et dans le cadre de la macro, avant de traiter l'information horaire, on va créer une nouvelle feuille nommée Requêtes. Cette feuille

⁶⁷⁰ La macro figure à l'annexe suivante (Annexe 10).


```

Public Function RécupèreNomVilleDépart(LigneTexte)
    Terminé = False
    j = 0
    Do
        j = j + 1
        If Mid(LigneTexte, j, 1) = "(" Then
            RécupèreNomVilleDépart = Mid(LigneTexte, j + 1, 3)
            Terminé = True
        End If
    Loop While Not Terminé And j < Len(LigneTexte)
    If Not Terminé Then
        RécupèreNomVilleDépart = ""
    End If
End Function

```

Macro 2 : Récupérer le code correspondant au nom de la ville de départ (Extrait de la macro)

On crée une fonction dont le but est de récupérer le code de la ville de départ et on procède de la même manière pour la ville de destination et toutes les autres variables qui sont à extraire⁶⁷¹.

L'appel de la procédure d'extraction des données se fait à partir d'Automate car on a muni la macro d'une touche de raccourci : *Ctrl n*.

18) Quand les informations de la feuille CopierColler ont été envoyées dans la feuille CodeVille, on retourne dans la feuille CopierColler ou l'on lit la dernière heure de référence interrogée. À ce stade, deux cas de figure se présentent à nous :

- Soit la dernière heure de départ d'un vol de la feuille CopierColler est inférieure à minuit donc on relance une requête dans Amadeus sur la même relation avec cette dernière heure comme nouvelle heure de référence. On repart donc des préréglages d'Amadeus en ignorant les étapes 2 à 7 incluses, pour uniquement changer l'heure dans le menu déroulant et envoyer une nouvelle requête.

- Soit on retourne dans Excel pour sélectionner une nouvelle relation dans le cadre de l'exemple que nous avons choisi, *NomVillei* ne change pas, par contre, pour *NomVillej* on passe à la ville suivante, LON dans l'exemple.

17) Cette dernière étape est insérée dans le schéma pour indiquer que la procédure se poursuit jusqu'à ce que tous les couples de villes aient été interrogés.

⁶⁷¹ Voir l'intégralité de la macro en annexe 10.

Annexe 10 : Traitement dans Excel, Macro 3

```
Public Sub TraitementTableauBrut()

' Macro enregistrée le 25/11/2002 par Sandra Bozzani
' Modifiée par Alain 13 02 2003
' Touche de raccourci du clavier: Ctrl+n
'

    Dim Ligne As String
    Dim CodeVilleDépart As String
    Dim CodeVol As String
    Dim DateRef As String
    Dim HoraireDép As String
    Dim HoraireArr As String
    Dim TRouOP As String
    Dim Escale As String
    Dim CodeVilleArrivée As String
    Dim DuréeTotaleTrajet As String
    Dim TypeAppareil As String
    Dim DispoClasses As String
    Dim CodeTrajet As String
    Dim ContenuCase As String
    Dim NomVilleDép As String
    Dim NomVilleArr As String
    Dim NouvHeureRef As Integer
    Dim iFeuilleCC As Integer
    Dim iFeuilleAéroport As Integer
    Dim NombreDeVols As Integer
    Dim iLigneFA As Long

    CodeVilleDépart = "ERREUR"
    NomVilleDép = "ErreurDép"
    NomVilleArr = "ErreurArr"
    DateRef = 99

    iFeuilleCC = 0
    For i = 1 To Worksheets.Count
        If Worksheets.Item(i).Name = "CopierColler" Then
            iFeuilleCC = i
        End If
    Next i
    If ActiveSheet.Name <> "CopierColler" Then
        Worksheets(iFeuilleCC).Activate
    End If
    Cells.Select
    Selection.ClearContents
    Range("A1").Select
'passe à la ligne suivante en cas d'erreur
'On Error Resume Next
On Error GoTo ErreurPressePapier
    Sheets(iFeuilleCC).PasteSpecial Format:="Texte"
On Error GoTo 0
'boucle de repérage du début et de la fin des données
    Ligne = ""
    FinTableau = 0
    DébutTableau = 0
    i = 0
```

```

Do
    i = i + 1
    Numligne = "A" & CStr(i)
    Ligne = CStr(Range(Numligne).Value)
    If Ligne = "1ère aff. Éco " Then
        DébutTableau = i + 1
    End If
    If Mid(Ligne, 1, 13) = "Disponibilité" Then
        FinTableau = i - 1
    End If
    If Mid(Ligne, 1, 6) = " Vols" Then
        DateRef = RécupèreDateRef(Ligne)
    End If
    If Mid(Ligne, 1, 9) = "Départ de" Then
        CodeVilleDépart = RécupèreCodeAéroport(Ligne)
        NomVilleDép = RécupèreNomVilleDépart(Ligne)
        NomVilleArr = RécupèreNomVilleArr(Ligne)
    End If
Loop While FinTableau = 0 And i < 62000

'Identifie ou crée une feuille pour cet aéroport
iFeuilleAéroport = 0
For i = 1 To Worksheets.Count
    If Worksheets.Item(i).Name = CodeVilleDépart Then
        iFeuilleAéroport = i
    End If
Next i
If iFeuilleAéroport <> 0 Then
    Sheets(iFeuilleAéroport).Activate
    i = 0
    Do
        i = i + 1
        Numligne = "A" & CStr(i)
        ContenuCase = CStr(Range(Numligne).Value)
    Loop While ContenuCase <> ""
    iLigneFA = i
    'le cas du dépassement du nombre de lignes (32000)
    If iLigneFA > 30000 Then
        NomFeuille = Sheets(iFeuilleAéroport).Name
        Sheets(iFeuilleAéroport).Name = NomFeuille & "1"
        iFeuilleAéroport = 0
    End If
End If

If iFeuilleAéroport = 0 Then
    Worksheets(Worksheets.Count).Activate
    ActiveWorkbook.Worksheets.Add.Name = CodeVilleDépart
    For i = 1 To Worksheets.Count
        If Worksheets.Item(i).Name = CodeVilleDépart Then
            iFeuilleAéroport = i
        End If
    Next i
    iLigneFA = 1
End If

'boucle de lecture des données
If ActiveSheet.Name <> "CopierColler" Then
    Worksheets(iFeuilleCC).Activate
End If
i = DébutTableau

```

```

NbTrajets = 0
Do      'Boucle sur le tableau
  FinTrajet = False
  Do      'Boucle sur le trajet (dans un trajet 1,2 ou + de vols)
    i = i + 1
    Numligne = "A" & CStr(i)
    Ligne = CStr(Range(Numligne).Value)
    If Ligne = "" Or Ligne = " " Then
      FinTrajet = True
      NombreDeVols = 0
    Else
      HoraireDép = RécupèreHoraire(Ligne)
      LigneAvecHoraire = Not (HoraireDép = "")
      If LigneAvecHoraire Then
        NombreDeVols = NombreDeVols + 1
        NbTrajets = NbTrajets + 1
        CodeVol = RécupèreCodeVol(Ligne)
        'TR pour train, OP pour avion affrété par une autre compagnie
        TRouOP = RécupèreTRouOP(Ligne)
        CodeVilleDépart = RécupèreCodeAéroport(Ligne)
        i = i + 1
        Numligne = "A" & CStr(i)
        Ligne = CStr(Range(Numligne).Value)
        HoraireArr = RécupèreHoraire(Ligne)
        CodeVilleArrivée = RécupèreCodeAéroport(Ligne)
        i = i + 1
        Numligne = "A" & CStr(i)
        Escale = CStr(Range(Numligne).Value)
        i = i + 1
        Numligne = "A" & CStr(i)
        Ligne = CStr(Range(Numligne).Value)
        If NombreDeVols = 1 Then
          DuréeTotaleTrajet = RécupèreDuréeTotaleTrajet(Ligne)
        End If
        TypeAppareil = RécupèreTypeAppareil(Ligne)
        DispoClasses = RécupèreDispoClasses(Ligne)

        Numligne = "A" & CStr(iLigneFA)
        Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = DateRef
        Numligne = "B" & CStr(iLigneFA)
        Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = NomVilleDép
        Numligne = "C" & CStr(iLigneFA)
        Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = NomVilleArr
        Numligne = "D" & CStr(iLigneFA)
        If NombreDeVols = 1 Then
          Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = CodeVol
          'NouvHeureRef = CInt(Mid(HoraireDép, 1, 2))
        Else
          NbTrajets = NbTrajets - 1
          Numligne = "D" & CStr(iLigneFA - NombreDeVols + 1)
          CodeTrajet = Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value & CodeVol
          Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = CodeTrajet
          For j = 0 To NombreDeVols - 2
            Numligne = "D" & CStr(iLigneFA - j)
            Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = CodeTrajet
          Next j
          'Numligne = "I" & CStr(iLigneFA - NombreDeVols + 1)
          'HeureDébutVol = Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value
          'HeureDébutVol = Format(HeureDébutVol, "hh:mm")
          'NouvHeureRef = CInt(Mid(HeureDébutVol, 1, 2))
        End If
      End If
    End Do
  End Do

```

```

End If
Numligne = "E" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = CodeVol
Numligne = "F" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = TRouOP
Numligne = "G" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = CodeVilleDépart
Numligne = "H" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = CodeVilleArrivée
Numligne = "I" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = HoraireDép
Numligne = "J" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = HoraireArr
Numligne = "K" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = Escale
Numligne = "L" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = DuréeTotaleTrajet
Numligne = "M" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = TypeAppareil
Numligne = "N" & CStr(iLigneFA)
Sheets(iFeuilleAéroport).Range(Numligne).Value = DispoClasses
iLigneFA = iLigneFA + 1
If NombreDeVols = 1 Then
    NouvHeureRef = CInt(Mid(HoraireDép, 1, 2))
End If
End If
End If
Loop While Not FinTrajet
Loop While i < FinTableau

If Val(DateRef) > 90 Then
    i = 2
    Do
        i = i + 1
        Numligne = "A" & CStr(i)
        Ligne = CStr(Sheets(iFeuilleCC).Range(Numligne).Value)
        'If Ligne <> "" Then
        'End If
        MessageErreur = MessageErreur & Ligne
    Loop While i < 25

    FinRecherche = 50
    If Len(MessageErreur) < FinRecherche Then
        FinRecherche = Len(MessageErreur) - 20
    End If
    PasDeTrajet = False
    For j = 1 To FinRecherche
        If Mid(MessageErreur, j, 20) = "Aucun vol disponible" Then
            PasDeTrajet = True
        End If
    Next j
    If PasDeTrajet Then
        DateRef = 91
    End If
Else
    MessageErreur = ""
End If

Sheets(iFeuilleCC).Range("A1").Value = NouvHeureRef

```

```

Sheets(iFeuilleCC).Range("B1").Value = NbTrajets
Sheets(iFeuilleCC).Range("C1").Value = DateRef
Worksheets("Requêtes").Activate

```

```

i = 0

```

```

Do

```

```

    i = i + 1

```

```

    Numligne = "A" & CStr(i)

```

```

    ContenuCase = CStr(Range(Numligne).Value)

```

```

    Numligne = "B" & CStr(i)

```

```

    ContenuCase = ContenuCase & CStr(Range(Numligne).Value)

```

```

    Numligne = "C" & CStr(i)

```

```

    ContenuCase = ContenuCase & CStr(Range(Numligne).Value)

```

```

    Numligne = "D" & CStr(i)

```

```

    ContenuCase = ContenuCase & CStr(Range(Numligne).Value)

```

```

    Numligne = "E" & CStr(i)

```

```

    ContenuCase = ContenuCase & CStr(Range(Numligne).Value)

```

```

    Numligne = "F" & CStr(i)

```

```

    ContenuCase = ContenuCase & CStr(Range(Numligne).Value)

```

```

    Numligne = "G" & CStr(i)

```

```

    ContenuCase = ContenuCase & CStr(Range(Numligne).Value)

```

```

Loop While ContenuCase <> ""

```

```

iLigneRequêtes = i

```

```

Numligne = "A" & CStr(iLigneRequêtes)

```

```

Sheets("Requêtes").Range(Numligne).Value = DateRef

```

```

Numligne = "B" & CStr(iLigneRequêtes)

```

```

Sheets("Requêtes").Range(Numligne).Value = NomVilleDép

```

```

Numligne = "C" & CStr(iLigneRequêtes)

```

```

Sheets("Requêtes").Range(Numligne).Value = NomVilleArr

```

```

Numligne = "D" & CStr(iLigneRequêtes)

```

```

Sheets("Requêtes").Range(Numligne).Value = NouvHeureRef

```

```

Numligne = "E" & CStr(iLigneRequêtes)

```

```

Sheets("Requêtes").Range(Numligne).Value = Time

```

```

Numligne = "F" & CStr(iLigneRequêtes)

```

```

Sheets("Requêtes").Range(Numligne).Value = NbTrajets

```

```

Numligne = "G" & CStr(iLigneRequêtes)

```

```

MessageErreur = Mid(MessageErreur, 1, 1000)

```

```

Sheets("Requêtes").Range(Numligne).Value = MessageErreur

```

```

'Application.CommandBars("Clipboard").Visible = True

```

```

'Application.CutCopyMode = False

```

```

'Application.CommandBars("Clipboard").Visible = False

```

```

Exit Sub

```

```

ErreurPressePapier:

```

```

    MessageErreur = "Erreur de presse papier"

```

```

    CodeVilleDépart = "ERRPP"

```

```

    NomVilleDép = "ErrPP"

```

```

    NomVilleArr = "ErrPP"

```

```

    DateRef = 98

```

```

Resume Next

```

```

End Sub

```

```

Public Function RécupèreCodeAéroport(LigneTexte)

```

```

    Terminé = False

```

```

    j = 0

```

```

    Do

```

```

        j = j + 1

```

```

        If Mid(LigneTexte, j, 1) = "(" Then
            RécupèreCodeAéroport = Mid(LigneTexte, j + 1, 3)
            Terminé = True
        End If
    Loop While Not Terminé And j < Len(LigneTexte)
    If Not Terminé Then
        RécupèreCodeAéroport = ""
    End If
End Function

Public Function RécupèreCodeVol(LigneTexte)
    RécupèreCodeVol = ""
    NbEspaces = 0
    j = 0
    Do
        j = j + 1
        Carac = Mid(LigneTexte, j, 1)
        If Carac = " " Then
            NbEspaces = NbEspaces + 1
        End If
    Loop While NbEspaces < 2 And j < Len(LigneTexte)
    FinCodeVol = j - 1
    If NbEspaces = 2 Then
        RécupèreCodeVol = Mid(LigneTexte, 1, FinCodeVol)
    End If
End Function

Public Function RécupèreHoraire(LigneTexte)
    RécupèreHoraire = ""
    Terminé = False
    j = Len(LigneTexte)
    Do
        j = j - 1
        If Mid(LigneTexte, j, 1) = ":" Then
            RécupèreHoraire = Mid(LigneTexte, j - 2, 5)
            Terminé = True
        End If
    Loop While Not Terminé And j > (Len(LigneTexte) - 5) And j > 1
End Function

Public Function RécupèreTRouOP(LigneTexte)
    RécupèreTRouOP = ""
    SortBoucle = False
    j = 0
    Do
        j = j + 1
        DeuxCarac = Mid(LigneTexte, j, 2)
        If DeuxCarac = " " Then
            Chaine = Mid(LigneTexte, j, 6)
            SortBoucle = True
            If Chaine = " TR " Then
                RécupèreTRouOP = "TR"
            ElseIf Chaine = " OP " Then
                RécupèreTRouOP = "OP"
            Else
                RécupèreTRouOP = ""
            End If
        End If
    Loop While Not SortBoucle And j < Len(LigneTexte)
End Function

```

```

Public Function RécupèreDuréeTotaleTrajet(LigneTexte)
    RécupèreDuréeTotaleTrajet = ""
    Terminé = False
    j = 0
    Do
        j = j + 1
        If Mid(LigneTexte, j, 4) = "min " Then
            RécupèreDuréeTotaleTrajet = Mid(LigneTexte, j - 5, 5)
            Terminé = True
        End If
    Loop While Not Terminé And j < 10
End Function

```

```

Public Function RécupèreTypeAppareil(LigneTexte)
    RécupèreTypeAppareil = ""
    Terminé = False
    j = 0
    Do
        j = j + 1
        If Mid(LigneTexte, j, 1) = " " Then
            RécupèreTypeAppareil = Mid(LigneTexte, j - 3, 4)
            Terminé = True
        End If
    Loop While Not Terminé And j < 5
End Function

```

```

Public Function RécupèreDispoClasses(LigneTexte)
    RécupèreDispoClasses = ""
    Terminé = False
    LT = Len(LigneTexte)
    If LT <= 12 Then
        RécupèreDispoClasses = LigneTexte
    Else
        j = Len(LigneTexte)
        Do
            j = j - 1
            If Mid(LigneTexte, j, 1) = " " Then
                RécupèreDispoClasses = Mid(LigneTexte, j - 7, 12)
                Terminé = True
            End If
        Loop While Not Terminé And j > (Len(LigneTexte) - 14)
    End If
End Function

```

```

Public Function RécupèreNomVilleDépart(LigneTexte)
    Terminé = False
    j = 0
    Do
        j = j + 1
        If Mid(LigneTexte, j, 1) = "(" Then
            RécupèreNomVilleDépart = Mid(LigneTexte, j + 1, 3)
            Terminé = True
        End If
    Loop While Not Terminé And j < Len(LigneTexte)
    If Not Terminé Then
        RécupèreNomVilleDépart = ""
    End If
End Function

```

```

Public Function RécupèreNomVilleArr(LigneTexte)

```



```

Terminé = False
j = Len(LigneTexte)
Do
    j = j - 1
    If Mid(LigneTexte, j, 1) = ")" Then
        RécupèreNomVilleArr = Mid(LigneTexte, j - 3, 3)
        Terminé = True
    End If
Loop While Not Terminé And j > 1
End Function

```

```

Public Function RécupèreDateRef(LigneTexte)
    RécupèreDateRef = ""
    Terminé = False
    j = Len(LigneTexte)
    Do
        j = j - 1
        If Mid(LigneTexte, j, 11) = " Mars 2003 " Then
            RécupèreDateRef = Mid(LigneTexte, j - 2, 2)
            Terminé = True
        End If
    Loop While Not Terminé And j > 1
End Function

```

```

Sub OuvrirFeuilleCopierColler()
'
' MacroSélectionFeuille Macro
' Macro enregistrée le 29/11/2002 par Sandra Bozzani
'
' Touche de raccourci du clavier: Ctrl+d
'
    Sheets("CopierColler").Select
End Sub
Sub OuvrirFeuilleVilles()
'
' OuvrirFeuilleVilles Macro
' Macro enregistrée le 29/11/2002 par Sandra Bozzani
'
' Touche de raccourci du clavier: Ctrl+g
'
    Sheets("Villes").Select
End Sub

```

```

Public Sub ExtraireDonnées()
    NomFichier = ""
    For i = 1 To Worksheets.Count
        If Len(Worksheets.Item(i).Name) <= 4 Then
            NomFichier = NomFichier & Worksheets.Item(i).Name & "_ "
        End If
    Next i
    NomFichier = NomFichier & ".txt"
    Open NomFichier For Output As #1
    For i = 1 To Worksheets.Count
        If Len(Worksheets.Item(i).Name) <= 4 Then
            Worksheets.Item(i).Activate
            Ligne = ""
            FinTableau = 0

```

```

j = 0
Do
    j = j + 1
    NumCase = "A" & CStr(j)
    Ligne = Range(NumCase).Value
    NumCase = "B" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Range(NumCase).Value
    NumCase = "C" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Range(NumCase).Value
    If Ligne = "" Then
        FinTableau = j - 1
    End If
Loop While FinTableau = 0 And i < 62000
For j = 1 To FinTableau
    NumCase = "A" & CStr(j)
    Ligne = Range(NumCase).Value
    NumCase = "B" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "C" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "D" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "E" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "F" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "G" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "H" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "I" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Format(Range(NumCase).Value, "hh:mm")
    NumCase = "J" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Format(Range(NumCase).Value, "hh:mm")
    NumCase = "K" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "L" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "M" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    NumCase = "N" & CStr(j)
    Ligne = Ligne & Chr(9) & Range(NumCase).Value
    Print #1, Ligne
Next j
End If
Next i

Close #1
'screen.MousePointer = 0
End Sub

```

Annexe 11 : Extraction des horaires du Guide Thomas Cook

Dans la nouvelle recherche horaire qu'on entreprend, on va essentiellement considérer les TGV qui circulent en France ainsi que les relations ferroviaires à grande vitesse au départ ou à destination de la France.

La source horaire dont nous disposons est sous format papier ce qui implique une nouvelle méthode d'extraction des horaires. Une fois encore on va écarter l'idée d'un travail entièrement manuel pour préférer la méthode de la reconnaissance optique de caractères.

Cette reconnaissance optique de caractères est une solution informatique effectuée par un logiciel de type OCR (*Optical Character Recognize* en français ROC : Reconnaissance Optique de Caractères).

Ces logiciels ROC ou OCR sont définis comme permettant la récupération « *de texte dans l'image d'un texte imprimé et sauvegarder dans un fichier pouvant être exploité dans un traitement de texte pour enrichissement* »⁶⁷². L'idée étant de pouvoir exploiter par la suite avec l'aide d'un système informatique les informations extraites dans une base de données.

Cette technique qui se rapproche des procédures d'automatisation des données est relativement ancienne puisque le premier brevet pour un ROC ou OCR est déposé dans les années 1950 aux USA.

Les données horaires disponibles sur Thomas Cook se présentent sous la forme de tableaux fournissant les horaires par lignes ou relations dans les deux sens de circulation. La figure suivante est un extrait d'un d'entre eux, complété pour une meilleure lecture de l'information présente. Ainsi, on souhaite décrire et repérer l'information à extraire.

⁶⁷² Wikipédia Encyclopédie Libre (2006). Reconnaissance optique de caractères, <http://www.fr.wikipedia.org/wiki/OCR>. consulté en 2006.

INTERNATIONAL

For Summer service from June 15 see page 544

12

LONDON - LILLE - BRUSSELS by Eurostar

All times shown are local times (France and Belgium are one hour ahead of Great Britain). For other services Lille - Brussels (by TGV) see Table 16a.

km	train type	train number	notes	9108	9417	2110	9004	9110	532	2111	9116	2112	9124	9433	2114
0	London Waterloo	d	0600	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
93	Ashford International	d	0715	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
269	Lille Europe	a	0918	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
376	Brussels Midi/Zuid	a	1001	1028	1036	1037	1052	...	p	1037	1052	1110	1127	1128	1136
	Brugge	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Leuven	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Liège Guillemins	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Namur	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Luxembourg	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	London Waterloo	d	1227g	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ashford International	d	1327	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Lille Europe	a	1529	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brussels Midi/Zuid	a	1610	1636	1637	1652	1802	1836	1837	1852	...	...	...	...	...
	Brugge	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Leuven	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Liège Guillemins	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Namur	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Luxembourg	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	London Waterloo	d	1814	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ashford International	d	1927	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Lille Europe	a	2129	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brussels Midi/Zuid	a	2210	2237	2236	2252	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brugge	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Leuven	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Liège Guillemins	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Namur	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Luxembourg	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Luxembourg	d	0355	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Namur	d	0547	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Liège Guillemins	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Leuven	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brugge	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brussels Midi/Zuid	d	0644	0723	0724	0732	0733	0801	...	...	...	...	...	...	...
	Lille Europe	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ashford International	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	London Waterloo	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Luxembourg	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Namur	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Liège Guillemins	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Leuven	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brugge	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brussels Midi/Zuid	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Lille Europe	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ashford International	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	London Waterloo	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Luxembourg	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Namur	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Liège Guillemins	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Leuven	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brugge	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Brussels Midi/Zuid	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Lille Europe	d	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	Ashford International	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	London Waterloo	a	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

g - 13 minutes earlier on ②. x - 0526 on ②. ② - Connection into train in next column is not guaranteed.
k - 19 minutes later on ②. ☆ - Eurostar train. Special fares payable. Minimum check-in time 30 minutes. ② - Thalys high-speed train ② special fares payable.
n - 11-15 minutes later on ②. Not available for London - Ashford or v.v. journeys. No service on May 4. (Paris - Brussels - Köln and v.v.) Tables 20 and 21.
p - To/ from Paris (Table 10). A reduced service will run on Feb. 1, 2, 15, 16, 22, 23, Apr. 5, 6, 12, 13, May 3, 5, due to engineering works.
r - 11 minutes later on ②.

Les informations surlignées figurent dans la légende qui suit :

- 9108 Numéro de train
☆ Eurostar
= Thalys
② Réservation obligatoire
② Circulation du lundi au vendredi sauf les jours de fêtes
② Circulation tous les jours sauf le samedi
② Circulations les samedis, dimanche et jours de fêtes
② Ne circule que le samedi
②-⑤ Circule du lundi au vendredi
②-⑤ Circule le lundi et le vendredi
X Voiture restaurant
i Voiture bar
x Correspondance avec le train de la colonne suivante non garantie
2 Uniquement en 2ème classe
i Sans arrêt

Figure 80 : Exemple de fiche horaire, extraite du Guide Thomas Cook⁶⁷³, complétée par l'auteur

⁶⁷³ Thomas Cook Publishing (2003). Thomas Cook, European Timetable : Railway and shipping services throughout Europe (March 2003). Peterborough.

La fiche horaire, insérée ici, a pour objectif d'introduire notre démarche, car avant toute extraction de données, on doit se familiariser avec l'information disponible. Ainsi, chaque page du guide se présente de la même manière, on trouve premièrement la classification ou plutôt la localisation de la ligne. On est ici sur une ligne internationale. Ensuite, on trouve le numéro de ligne, 12, et son descriptif, « *London-Lille-Brussels by Eurostar* ». L'information suivante, nous indique que tous les horaires sont en heure locale et que la fiche Lille-Bruxelles (en TGV) est consultable dans un autre tableau⁶⁷⁴.

On entre ensuite dans la fiche horaire, où la première colonne donne les kilomètres entre le nœud d'origine : Londres Waterloo et le nœud de destination de la ligne : Bruxelles Midi/Zuid.

La deuxième colonne fait d'une part le détail des nœuds desservis sur la ligne et ses prolongements en précisant si ces nœuds sont des points d'entrées et / ou de sorties du réseau. On a aussi dans cette colonne, en tout début, des informations qui serviront à la lecture de la fiche : le type de train qui effectue la relation, son numéro ainsi que des informations complémentaires renseignant sur les spécificités du train : jours de circulation, services à bord... Enfin, on entre dans la fiche horaire où toutes les informations sont décrites dans la légende qu'on a construite dans la figure.

Une fois qu'on a explicité le contenu de la fiche, on doit en faire une lecture car toute l'information présente ne nous intéresse pas. Dans les données qu'il nous faut récupérer, on s'intéresse essentiellement aux relations qui ont comme lieux d'origine ou de destination une ville française qui figure à notre liste. On s'intéresse également à toutes les relations qui transitent par une des villes de la liste, comme dans l'exemple qu'on a choisi avec la présence de Lille.

Puis lorsqu'on a sélectionné les relations, on élimine les fiches horaires qui ne contiennent pas de ferroviaire à grande vitesse, c'est-à-dire les fiches qui n'ont ni TGV, Eurostar ou encore Thalys.

⁶⁷⁴ "All times shown are local times (France and Belgium are one hour ahead of Great Britain). For other services Lille-Brussels (by TGV) see table 16a" : tous les horaires sont en heure locale, (la France et la Belgique ont une heure d'avance sur la Grande-Bretagne) et que pour les autres services : Lille-bruxelle (en TGV), il faut consulter le tableau 16a.

Dès qu'une présélection des fiches horaires est faite dans le guide, on met en route la procédure OCR. Le logiciel OCR que nous avons choisi est OMNIPAGE⁶⁷⁵.



Figure 81 : Omnipage 14

En trois étapes, on peut passer d'un document au format papier à un document au format informatique.

La première étape consiste à scanner toutes les fiches horaires qui contiennent les relations et les données horaires sur lesquelles on souhaite travailler.

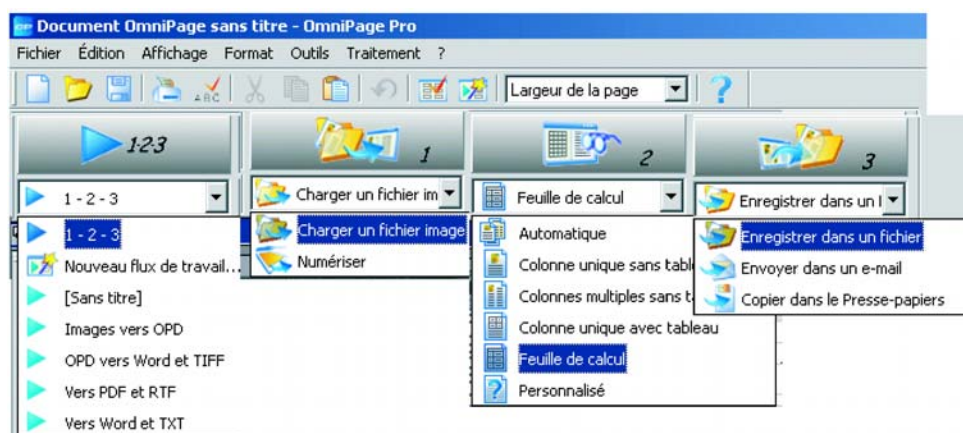


Figure 82 : Détail du menu de reconnaissance de caractères dans Omnipage 14

Les fiches horaires numérisées sont ensuite ouvertes dans Omnipage. Dans la barre d'outils on a deux choix possibles comme le montre la figure ci-dessus. Soit on numérise une fiche horaire directement depuis Omnipage, soit on ouvre un fichier (au format .bmp) qu'on a scanné au préalable et stocké sur l'ordinateur. Une fois qu'on obtient l'image à traiter, on sélectionne la ou les zones à extraire, grâce aux outils disponibles.

On peut alors supprimer des zones, du texte, affiner les contours, la grille d'un tableau pour une meilleure lecture de l'OCR, comme le montre la figure qui suit.

⁶⁷⁵ Omnipage 14

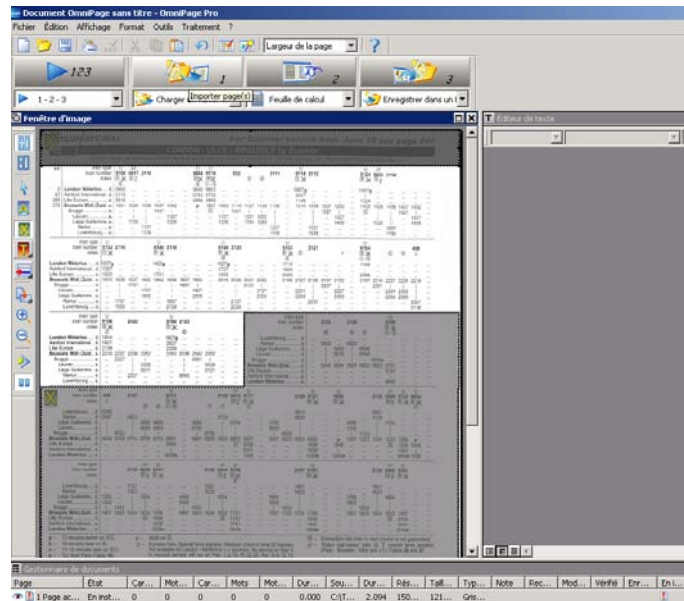


Figure 83 : Première étape : la sélection des zones à lire

L'étape suivante consiste à lancer la reconnaissance de caractères et d'attendre le résultat de la lecture dans la fenêtre de droite, nommée éditeur de texte, les deux figures qui suivent résument nos propos.

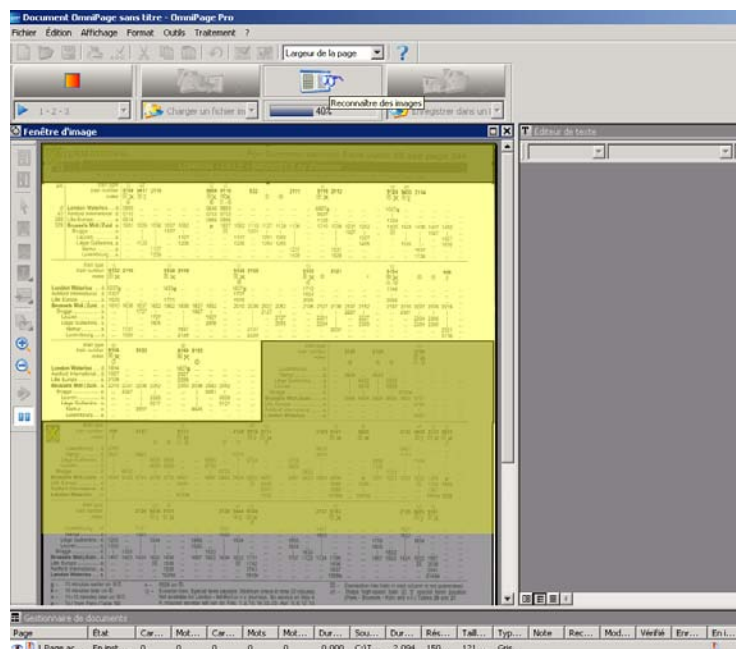


Figure 84 : Lecture du document numérisé par l'OCR

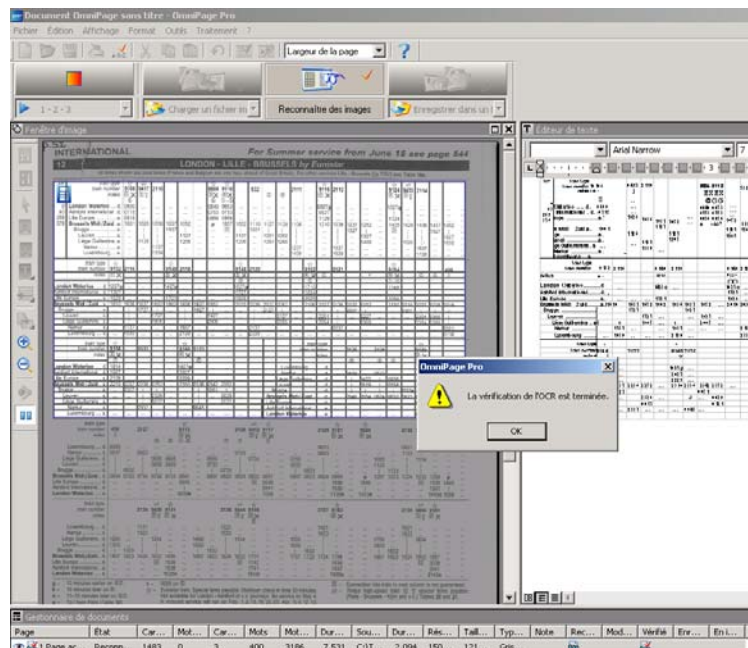


Figure 85 : Procédure de reconnaissance de caractères finalisée

Travailler l'intégralité de la fiche horaire en une seule fois ne nous a pas permis d'aboutir à un résultat satisfaisant. En effet, la quantité d'informations présentes sur une fiche est importante et très variée. On choisit donc dans un premier temps de découper la fiche, de procéder à des agrandissements et de la traiter dans l'OCR par la suite. Ceci nous permet de diminuer fortement les erreurs de lecture de l'OCR.

Dans le résultat obtenu lors de la reconnaissance de caractères, Omnipage conserve le formatage et la mise en page du texte. Le résultat acquis dans l'éditeur de texte peut être corrigé. La dernière étape est l'enregistrement du texte acquis.

Annexe 12 : Les variables de la base horaire

- Date de référence : la date de référence a été fixée au jeudi 27 mars 2003, on incorpore le chiffre 27 dans la base pour plusieurs raisons :
 - On a pu observer que lors de l'interrogation de certains couples O-D lorsqu'il n'y avait pas d'horaires le 27, Amadeus proposait des horaires à une autre date.
 - Sur les requêtes avec une heure de référence tardive, on bascule sur des horaires du 28 mars 2003.
- Code ville départ : code 3 lettres IATA
- Code ville arrivée : code 3 lettres IATA
- Code du vol :
 - code 2 lettres informant sur la compagnie qui fait la relation,
 - une série de chiffres (4) qui correspondent à un numéro de vol.
- Code aéroport de départ : code 3 lettres IATA
- Heure de départ : en heure locale.
- Code aéroport d'arrivée : code 3 lettres IATA
- Heure d'arrivée : en heure locale.
- OP ou TR :
 - Op pour les vols opérés par une autre compagnie,
 - TR pour le train indiqué pour information
- Escale : nombre d'escales dans la relation.
- Type d'appareil : type d'appareil effectuant la relation, y compris train et bus.
- Durée : temps total de déplacement.
- Classes disponibles :
 - 1^{ère} = 1^{ère} classe,
 - aff. = classe affaires,
 - éco = classe économique,
 - N/D = information inexistante.

Annexe 13 : Les variables des tables de la base Amadeus

Aéroports	Compagnies	Horaires	Horaires_Traités	Itinéraires	Nœuds	Pays	Relations	Villes	Vols
CodeVille CodeAero TpsConnexF_A TpsConnexA_F TpsConnexVil_Aero CodeVilleUnique GiscoAP Mode NbModes GiscoST ST_AP_Gare CodeMAPNOD X_Map Y_Map Nom Commentaire GMT	Commentaire NomComp CodeComp	Jour VilleOri VilleDes CodeIti CodeVol TR_OP AeroDepVol AeroArrVol HDep HArr NbEscales Duree Avion Resa Compagnie NumVol NbVols HDepIti HArrIti ODCodIti NumIti Escales AeroDepIti AeroArrIti CodeVolDeblti CodeVolFintIti CodeOriMAPNOD CodeDesMAPNOD PaysOri PaysDes ModeTransport Modelti ModeNum ModeltiNum Dedie VilleArrVol VilleDepVol DedieNum DedieItiNum DedieIti HArrPrecedente DureeCorresp ModeCorresp	Jour VilleOri VilleDes CodeIti CodeVol TR_OP AeroDepVol AeroArrVol HDep HArr NbEscales Duree Avion Resa Compagnie NumVol NbVols HDepIti HArrIti ODCodIti NumIti Escales AeroDepIti AeroArrIti CodeVolDeblti CodeVolFintIti CodeOriMAPNOD CodeDesMAPNOD PaysOri PaysDes ModeTransport Modelti ModeNum ModeltiNum Dedie VilleArrVol VilleDepVol DedieNum DedieItiNum DedieIti HArrPrecedente DureeCorresp ModeCorresp	Jour VilleOri VilleDes CodeIti TR_OP NbEscales Duree NbVols HDepIti HArrIti ODCodIti NumIti AeroDepIti AeroArrIti CodeVolDeblti CodeVolFintIti CodeOriMAPNOD CodeDesMAPNOD Modelti ModeltiNum DedieItiNum DedieIti Duree_Calc VilleOriGMT VilleDesGMT DureeMinutes	CodeAero TpsConnexF_A TpsConnexA_F TpsConnexVil_Aero GiscoAP NbModes GiscoST ST_AP_Gare CodeMAPNOD X_Map Y_Map Nom Commentaire	Nom	VilleOri VilleDes NumIti	Code CodeMAPNOD X_Map Y_Map STSINM Commentaire GMT	CodeVol TR_OP AeroDepVol AeroArrVol HDep HArr NbEscales Avion Resa Compagnie
				Modes Pays	Code DecHoraireGMT		HArrAiler ARPossible HDepAiler HDepRetour HArrRetour HDepRetourMin	Pays STSICD Popu X_COORD Y_COORD	

	Nom de la variable	Définitions	Commentaires	Représentativité dans les tables
(1)	Jour	Jour de référence qui renvoie au moment fixé pour recueil des données : jeudi 27 mars 2003		Horaires, horaires_traites, itineraires
(2)	TR_OP	Variable Amadeus qui indique si le vol est opéré par une autre compagnie ou effectué en train		Horaires, horaires_traites, itineraires, vols
(3)	Duree	Variable Amadeus qui indique le temps de déplacement total		Horaires, horaires_traites, itineraires
(4)	Avion	Variable Amadeus qui indique le type et le nom de l'appareil qui assure le vol		Horaires, Horaires_traites, Itineraires, Vols
(5)	Resa	Variable Amadeus qui indique la disponibilité des classes pour la réservation		Horaires, Horaires_traites, Itineraires, Vols
(6)	Escales = NbEscales	Variable Amadeus qui indique le nombre d'escales au cours d'un vol		Horaires, Horaires_traites, Itineraires, Vols
(7)	NbVols	Variable créée pour compter le nombre de vol dans une relation		Horaires, Horaires_traites, Itineraires
(8)	CodeVol	Variable Amadeus qui indique la compagnie (code IATA 2 lettres) et le numéro de vol		Horaires, Horaires_traites, Vols
(9)	Codelti	Variable créée sur la base de CodeVol et de NbVols qui indique la totalité des codes vols sur un itinéraire		Horaires, Horaires_traites, Itineraires
(10)	ODCodelti	Variable créée sur la base de Codelti, VilleOri, VilleDes qui reprend la même information que Codelti et rajoute les codes des villes de départ et d'arrivée de l'itinéraire		Horaires, Horaires_traites, Itineraires
(11)	CodeVolDeblti	Variable créée à partir de Codelti et CodeVol qui indique le code vol de début d'itinéraire		Horaires_traites, Itineraires

(12)	CodeVolFinIti	Variable créée à partir de CodeIti et CodeVol qui indique le code vol de fin d'itinéraire		Horaires_traites, Itinéraires
(13)	Compagnie = Compagnies = CodeComp	Variable créée à partir de CodeVol qui isole le code 2 lettres IATA et permet l'identification de la compagnie		Compagnies, Horaires, Horaires_traites, Itinéraires, Vols
(14)	NomComp	Variable créée à partir de CodeComp qui fait la correspondance entre le code d'une compagnie et son nom		Compagnies
(15)	Code = CodeVille	Variable créée qui est un code 3 lettres qui identifie la ville et dont la source vient de IATA (Assoc. International du transport aérien) qui recense avec un code toutes les villes avec ou sans aéroports	Chaque nom de ville ou d'aéroport possède un code IATA de 3 lettres (IATA : Association International du Transport Aérien) qui est également applicable à certaines gares ferroviaires.	Villes, Aéroports
(16)	STSINM = Nom	Variable qui provient de la base GISCO (projet ORATE) qui renvoie au nom de la ville		Villes, Aéroports, Nœuds
(17)	VilleOri	Variable créée à partir de Code ou CodeVille qui permet d'identifier la ville de départ, c'est un code unique de 3 lettres IATA	Ces deux variables sont construites à partir de CodeVille et font référence à une ville, un aéroport, une gare ou les trois.	Horaires, Horaires_traites, Itinéraires, Relations
(18)	VilleDes	Variable créée à partir de Code ou CodeVille qui permet d'identifier la ville de destination, c'est un code unique de 3 lettres IATA		Horaires, Horaires_traites, Itinéraires, Relations
(19)	X_Coord	Variable qui provient de la base GISCO (projet ORATE) qui renvoie au coordonnée géographique (x) de la ville (échelle 1/1 000 000)		Villes
(20)	Y_Coord	Variable qui provient de la base GISCO (projet ORATE) qui renvoie au coordonnée géographique (y) de la ville (échelle 1/1 000 000)		Villes
(21)	X_Map	Variable créée à partir de X_Coord qui correspond à la conversion de X_Coord pour la construction du graphe dans MapNod		Villes, Aéroports, Nœuds
(22)	Y_Map	Variable créée à partir de Y_Coord qui correspond à la conversion de Y_Coord pour la construction du graphe dans MapNod		Villes, Aéroports, Nœuds

(23)	CodeMAPNOD	Variable créée à partir de STSICD qui correspond à un code identifiant numérique attribué à chaque ville	La variable STSICD correspond à un code identifiant du pays (2 lettres) et de la ville (numéro de la ville par ordre alphabétique) soit pour Paris STSICD = FR159 et CodeMAPNOD = 7082159 avec 7082 pour le pays : FR et 159 pour le numéro de la ville.	Villes, Aeroports, Nœuds
(24)	CodeOriMAPNOD	Variable créée à partir de CodeMAPNOD et VilleOri qui correspond à un code identifiant numérique attribué à la ville de départ		Horaires_Traites, Itinéraires
(25)	CodeDesMAPNOD	Variable créée à partir de CodeMAPNOD et VilleDes qui correspond à un code identifiant numérique attribué à la ville de destination		Horaires_Traites, Itinéraires
(26)	CodeVilleUnique	Variable créée à partir de CodeVille et CodeAero cette variable indique que la ville ne possède qu'un code 3 lettres pour l'identifier même dans le cas où on note la présence de plusieurs infrastructures		Aeroports
(27)	CodeAero	Variable créée à partir de AeroDepVol et AeroArrVol, ce code IATA de 3 lettres permet d'identifier un aéroport et le distinguer la ville et l'aéroport lorsque celle-ci possède plusieurs infrastructures codées	La différence entre CodeVille et CodeAero est nécessaire car une ville peut avoir plusieurs aéroports et des gares. Les variables suivantes sont nécessaires du fait que l'on a interrogé des Origines-destinations : VilleOri, VilleDes, AeroDepVol et AeroArrVol. Ex : VilleOri = LON (Londres) VilleDes = PAR (Paris) AeroDepVol = LHR (Londres Heathrow) AeroArrVol = CDG (Paris RoissyCDG)	Aeroports, Nœuds
(28)	AeroDepVol	Variable Amadeus qui correspond à un code IATA 3 lettres qui identifie l'aéroport de départ		Horaires, Horaires_traites, Vols
(29)	AeroArrVol	Variable Amadeus qui correspond à un code IATA 3 lettres qui identifie l'aéroport d'arrivée		Horaires, Horaires_traites, Vols
(30)	AeroDeplti	Variable créée à partir de VilleOri et AeroDepVol qui permet d'identifier l'aéroport de départ initial sur un itinéraire		Horaires_Traites, Itinéraires
(31)	AeroArrlti	Variable créée à partir de VilleDes et AeroArrVol qui permet d'identifier l'aéroport de destination final sur un itinéraire		Horaires_Traites, Itinéraires
(32)	HDep	Variable Amadeus qui indique l'heure de départ du vol		Horaires, Horaires_traites, Vols

(33)	HArr	Variable Amadeus qui indique l'heure d'arrivée du vol		Horaires, Horaires_traites, Vols
(34)	DureeCorresp	Variable créée pour déterminer le temps d'attente entre deux vols, DureeCorresp correspond au calcul suivant : $HDep - HarrPrecedente$	Les variables : Hdeplti, Harrlti, DureeCorresp et HarrPrecedente sont des variables qui concernent des relations entre villes avec correspondances, par conséquent lorsqu'on est en liaison directe ou bien en début de parcours les valeurs de ces variables sont NULL pour HarrPrecedente et DureeCorresp.	Horaires_traites
(35)	HDeplti	Variable créée à partir de VillOri et HDep, la case contient une information si l'Heure de départ correspond à la première partie du déplacement. Pour un itinéraire (LIL – MAD) à 2 étapes : LIL – PAR, PAR – MAD, seul le HDeplti de la ligne LIL – PAR sera complété.		Horaires, Horaires_traites, Itineraires
(36)	HArrlti	Variable créée à partir de VillDes et HArr, la case contient une information si l'Heure d'arrivée correspond à la dernière partie du déplacement. Pour un itinéraire (LIL – MAD) à 2 étapes : LIL – PAR, PAR – MAD, seul le HArrlti de la ligne PAR – MAD sera complété.		Horaires, Horaires_traites, Itineraires
(37)	HArrPrecedente	Variable créée dans le cas d'un itinéraire à plusieurs étapes, cette variable indique l'heure d'arrivée du vol précédent, HarrPrecedente sert à calculer le temps de correspondance ou d'attente entre 2 vols		Horaires_traites
(38)	Duree_Calc	Variable créée à partir de HDeplti, HArrlti, VilleOriGMT et VilleDesGMT qui correspond au calcul du temps de vol et qui tient compte du GMT des villes de la liaison		Itineraires
(39)	DureeMinutes	Variable créée qui correspond à la conversion en minutes du temps de transport		Itineraires
(40)	VilleOriGMT	Variable créée à partir de VilleOri, GMT et Pays qui indique le fuseau horaire (GMT) de la ville de départ	Ces variables ont été créées pour disposer des fuseaux horaires des pays et des villes de la base Amadeus, afin de vérifier le calcul de la variable Duree (temps de déplacement donné par Amadeus). Ainsi, lorsque la durée était erronée on a	Itineraires
(41)	VilleDesGMT	Variable créée à partir de VilleDes, GMT et Pays qui indique le fuseau horaire (GMT) de la ville de destination		Itineraires

(42)	GMT	Variable créée à partir de Pays qui indique le fuseau horaire (heure moyenne de Greenwich ou <i>Greenwich Mean Time</i>) qui correspond à l'heure moyenne solaire à l'observatoire royal de Greenwich, près de Londres où est située la référence du méridien d'origine des longitudes. Le GMT est considéré comme le <i>Temps Universel</i> et est le nom souvent donné au fuseau horaire UTC+0		Aéroports, Villes
(43)	DecHoraireGMT	Variable créée à partir de Pays et qui est égal à GMT qui indique l'heure moyenne solaire à l'observatoire royal de Greenwich et qui est considéré comme le fuseau horaire UTC+0		Pays
(44)	Pays = Code	Variable créée à partir de Nom qui correspond au codage de celui-ci (code 2 lettres), code également présent sur le site Amadeus		Nœuds, Pays, Villes
(45)	Nom	Variable créée pour disposer des fuseaux horaires des villes, la variable Pays est construite à partir de STSINM (noms des villes) et donne le nom du pays où se trouve la ville		Pays
(46)	STSICD	Variable qui provient de la base GISCO (projet ORATE) qui renvoie à un code identifiant de la ville composé de 2 lettres (Pays) et d'un numéro de ville attribué dans l'ordre alphabétique soit pour Paris STSICD = FR159 et CodeMAPNOD = 7082159 avec 7082 pour le pays : FR et 159 pour le numéro de la ville.		Villes
(47)	PaysOri	Variable créée à partir de Pays et VilleOri qui correspond au code 2 lettres du pays de la ville de départ		Horaires_traites
(48)	PaysDes	Variable créée à partir de Pays et VilleDes qui correspond au code 2 lettres du pays de la ville de destination		Horaires_traites
(49)	Modelti	Variable créée à partir de Mode et Numlti qui sert à définir l'ensemble des modes sur un itinéraire		Horaires_traites, Itinéraires
(50)	ModeNum	Variable créée à partir de Mode et qui est une conversion numérique du mode effectuant la liaison : AIR = 1 , Fer = 10 et BUS = 100		Horaires_traites

(51)	NbModes	Variable créée. NbModes est en relation avec Mode. NbModes indique le nombre de modes présents dans chaque ville		Aéroports, Nœuds
(52)	Mode = Modes = ModeTransport	Variable créée qui indique le mode de transport emprunté au cours du vol : AIR, FER et BUS		Aéroports, Horaires_Traites, Nœuds
(53)	ModeltiNum	Variable créée à partir de Modelti et ModeNum qui est une conversion numérique de Modelti soit : Modelti = AIR, AIR, FER ou AIR, FER, BUS ModeltiNum = (1+1+10) = 12 ou (1+10+100) = 111		Horaires_traites, Itinéraires
(54)	ModeCorresp	Variable créée à partir de Modelti pour simplifier la lecture de la combinaison modale. Modelti = AIR, AIR, FER correspond à ModeCorresp = AAF	Cette variable permet d'isoler les villes de l'articulation aéro-ferroviaire	Horaires_traites
(55)	TpsConnexF_A	Variable créée à partir de ModeCorresp, AeroDepVol, VilleOri, Hdep et Harr. Cette variable détermine le temps de connexion entre mode de transport si ModeCorresp est égal à FA ou AF, FAA ou AAF... Le calcul est alors le suivant : TpsConnex = Harr-Hdep si AeroDepVol et AeroArrVol ont le même code VilleOri		Aéroports, Noeuds
(56)	TpsConnexA_F			
(57)	TpsConnexVil_Aero			
(58)	VilleDepVol	Variable créée sa valeur dépend de : VilleDepVol = VilleOri si NbVols > 1 si AeroDepVol = CodeAero si HArrlti n'est pas NULL et si ModeTransport = FER ou BUS	Avec ces variables, on veut déterminer les villes du pré et / ou du post-acheminement en FER ou en BUS. On crée ces deux variables ainsi que la variable Dedie pour définir justement les liaisons dites dédiées.	Horaires_traites
(59)	VilleArrVol	Variable créée sa valeur dépend de : VilleArrVol = VilleDes si NbVols > 1 si AeroArrVol = CodeAero si HDeplti n'est pas NULL et si ModeTransport = FER ou BUS		Horaires_traites

(60)	Dedie	Variable créée à partir de VilleOri, VilleDes, VilleDepVol, VilleArrVol. Elle a pour but de spécifier si la liaison est dédiée en pré, en post ou en pré-post-acheminement. Dedie = PRE si VilleArrVol = VilleOri Dedie = POS si VilleDepVol = VilleDes Dedie = P_P si VilleDepVol = VilleDes et Dedie = PRE		Horaires_traites
(61)	DedieNum	Variable créée à partir de Dedie qui est une conversion numérique des valeurs de Dedie : PRE = 1 POS = 10 P_P = 11 sinon NULL		Horaires_traites
(62)	Dedielti	Variable créée à partir de Dedie et Numlti. Dedielti définit l'ensemble des combinaisons modales sur l'itinéraire		Horaires_traites, Itinéraires
(63)	DedieltiNum	Variable créée à partir de Dedielti et DedieNum qui correspond à la conversion numérique des valeurs de Dedielti		Horaires_traites, Itinéraires
(64)	NumVol	Variable créée qui indique dans la base un numéro assimilable à une requête ou un numéro de ligne	VilleOri VilleDes NbVols NumVol Numlti LIL MAD 2 1010 1010 LIL MAD 2 1011 1010	Horaires, Horaires_Traites
(65)	Numlti	Variable créée à partir de NumVol et NbVols. Sur la même logique que NumVol on donne à l'ensemble des lignes qui composent un itinéraire le NumVol de la ligne qui correspond au premier vol de l'itinéraire		Horaires, Horaires_Traites, Itinéraires, Relations
(66)(67)	Commentaire	Variable créée pour compléter une information		Aéroports, Compagnies, Nœuds, Villes
(68)	GiscoAP	Variable créée, c'est une variable de type oui-non qui a pour but de préciser si la variable contenue dans la base Amadeus est également dans la base Gisco, AP désigne un aéroport.		Aéroports, Nœuds

(69)	GiscoST	Variable créée, c'est une variable de type oui-non qui a pour but de préciser si la variable contenue dans la base Amadeus est également dans la base Gisco, ST désigne une ville		Aéroports, Nœuds
(70)	ST_AP_Gare	Variable créée, c'est une variable qui a pour but de préciser si la variable contenue dans la base Amadeus est également dans la base Gisco ou le fichier Gare.	On a alors : AP = GiscoAP ST = GiscoST Gare = Gare ST_AP_Gare = AP ST et Gare	Aéroports, Nœuds
(71)	HArrAller	Variable créée à partir de HArr, elle a la même valeur et est construite pour travailler dans la table Relations	Ces variables sont construites dans le cadre de la mesure des Allers-Retours journée (Projet ORATE). Sur la base d'un aller-retour porte à porte, qui inclus le pré- post-acheminement à l'aéroport, entre 5h00 et 23h00 en passant 6 heures à destination.	Relations
(72)	ARPossible	Variable créée à partir de HDepAller, HArrAller, HArrRetour, HArrRetourMin, cette variable indique s'il est possible d'effectuer l'Aller-Retour dans la journée selon les conditions fixées		Relations
(73)	HDepAller	Variable créée à partir de HDep, elle a la même valeur et est construite pour travailler dans la table Relations		Relations
(74)	HArrRetour	Variable créée à partir de HArr et HArrRetourMin, avec la condition suivante $HArrRetour = HArr$ si $HArr > HArrRetourMin$		Relations
(75)	HArrRetourMin	Variable créée à partir de HArrAller et la condition de passer 6 heures à destination, HArrRetourMin prend donc la valeur suivante : $HArrAller + 6$		Relations
(76)	Popu	Variable qui provient de la base Gisco (Projet ORATE), qui indique la population de la ville		Villes
(77)	AmadeusOri	Variable créée à partir de VilleOri pour indiquer s'il est possible de partir de la ville c'est une variable de type oui/non		Villes

(78)	AmadeusDes	Variable créée à partir de VilleDes pour indiquer s'il est possible d'arriver dans la ville c'est une variable de type oui/non		Villes
------	-------------------	--	--	--------

Annexe 14 : L'outil My SQL

L'utilisation du logiciel MySQL sur la machine nécessite qu'au préalable on se soit assuré de la présence d'un serveur SQL.

La connexion au serveur SQL suppose que le serveur soit muni d'un nom et généralement d'un mot de passe. Dès que ces paramètres sont remplis, on se connecte et on entre dans l'espace de travail. Il s'agit ensuite de procéder à des requêtes pour premièrement créer des tables et deuxièmement insérer des données dans celles-ci.

Pour créer et utiliser une base de données dans MySQL, il faut insérer plusieurs instructions qui correspondent à :

- la création de la base de données,
- la création d'une ou plusieurs tables qui vont recevoir les données,
- la récupération des données dans Excel et le transfert de celles-ci dans MySQL.

Ces quelques instructions dans MySQL sont traduites en plusieurs étapes de la manière suivante :

- 1^{ère} étape : La création d'une base de données s'effectue par l'instruction qui suit : `Create Database Amadeus ;`

Une fois qu'elle est créée, pour poursuivre la construction, il faut que cette base soit sélectionnée afin d'y insérer des tables qui vont contenir nos données.

- 2^{ème} étape : La création des tables est une étape nécessaire avant d'introduire ou de transférer toutes données quelque en soit la nature.

Avant toute création de table, on doit en définir sa structure : combien de tables ainsi que leurs noms, combien de colonnes dans les tables créées.

Les données dont on dispose étant des horaires, on nomme la première table Horaires. On dispose également de fichiers villes et aéroports que l'on va aussi transférer dans la base Amadeus MySQL ; donc on crée deux autres tables que l'on nomme Villes d'une part et aéroports d'autre part.

Dans ces tables on a besoin de variables qui correspondent, dans MySQL, à des noms de colonnes et qui apparaîtront dans la première ligne de chacune des tables créées. De plus, il nous faut insister sur le fait que ces variables doivent être identifiées au moment de la création de chaque table. Ainsi, on se reporte aux fichiers Excel pour lister l'ensemble des variables et les définir suivant les valeurs qu'elles contiennent (caractères, date, horaires...). Les instructions SQL qui suivent, résument nos propos :

Création de la table Horaires et variables associées :

```
Create Table `horaires`
(`jour` int(11) default NULL, `VilleOri` char(3) default
NULL,
`VilleDes` char(3) default NULL,
`CodeIti` varchar(30) default NULL,
`CodeVol` varchar(7) default NULL,
`TR_OP` char(2) default NULL,
`AeroDepVol` char(3) default NULL,
`AeroArrVol` char(3) default NULL,
`HDep` time default NULL,
`HArr` time default NULL,
`NbEscalaes` varchar(12) default NULL,
`Duree` varchar(5) default NULL,
`Avion` char(3) default NULL,
`Resa` varchar(12) default NULL,
`Compagnie` char(2) default NULL,
`NumVol` int(11) NOT NULL auto_increment,
`NbVols` int(11) default NULL,
`HDepIti` time default NULL,
`HArrIti` time default NULL,
`ODCodeIti` varchar(36) default NULL,
`NumIti` int(11) default NULL) ;
```

Création de la table Villes et variables associées :

```
Create Table `villes`
(`SSResul` char(2) default NULL,
`Tours` tinyint(4) default NULL,
`STSICD` varchar(5) NOT NULL default '',
`STSINM` varchar(40) default NULL,
`Popu` int(11) default NULL,
`Code` char(3) default NULL,
```

```

`Commentaire` varchar(40) default NULL,
`CodeMAPNOD` bigint(20) default NULL,
`X_COORD` double default NULL,
`Y_COORD` double default NULL,
`X_MAP` double default NULL,
`Y_MAP` double default NULL,
`AmadeusOri` char(3) default NULL,
`AmadeusDes` char(3) default NULL,
`GMT` int(11) default NULL,
`Pays` char(2) default NULL) ;

```

Création de la table Aeroports et variables associées :

```

Create Table `aeroports`
( `CodeVille` char(3) default NULL,
`CodeAero` char(3) default NULL,
`CodeVilleUnique` char(3) NOT NULL default '',
`GiscoAP` char(3) NOT NULL default '',
`Mode` varchar(10) NOT NULL default '',
`NbModes` int(11) default NULL,
GiscoST` char(3) default NULL,
`ST_AP_Gare` varchar(10) NOT NULL default '',
`CodeMAPNOD` bigint(20) NOT NULL default '0',
`X_MAP` double default NULL,
`Y_MAP` double default NULL,
`Nom` varchar(50) default NULL,
`Commentaire` varchar(50) NOT NULL default '' ) ;

```

- 3^{ème} étape : Cette étape a pour but de récupérer les données des fichiers d'Excel et de les transférer dans MySQL, l'instruction qui nous renvoi à cette opération est : **LOAD DATA INFILE.**

Les fichiers Excel (.xls) sont transférés dans MySQL sous le format CSV (.txt) et l'instruction **Load Data Infile** est complétée par le nom de fichier .txt et les informations à transférer. Ainsi, la structure générale de l'instruction aura pour le transfert des données vers la table `horaires` la forme suivante :

```

Load Data Infile `Villeshoraires.txt`
Into table horaires ;

```

On exécute cette instruction pour chaque table, c'est-à-dire Horaires, Villes et Aéroports. Dans les tables créées, on a défini une clé primaire par table qu'on

introduit dans la base. La clé ou clef primaire permet de retrouver une ligne sans équivoque n'importe où dans la table, les valeurs données à cette clé qui sont souvent contenues dans une colonne sont alors unique au sein de la table et pour chaque ligne qui compose celle-ci. En résumé la clé primaire peut être assimilée à un identifiant ou à une variable incontournable de la table.

Annexe 15: Valence et Avignon vers l'international via Lyon Saint-Exupéry, TGV + Avion



VALENCE
VERS L'INTERNATIONAL
via
Lyon-Saint-Exupéry

Prenez l'avance
SUR VOTRE TEMPS !

TGV + AVION,
UNE NOUVELLE FAÇON DE VOYAGER...

PLUS DE LIBERTÉ

Chaque jour, c'est 3 allers et 4 retours Valence
ville/Aéroport Lyon-Saint-Exupéry pour une distance
parcourue en 30 minutes.

PLUS D'EFFICACITÉ

Un stationnement facilité en gare SNCF.
Un voyage confortable en TGV.
L'accès direct et rapide entre la gare TGV et les terminaux.

VOTRE TEMPS OPTIMISÉ

Un trajet rapide, des correspondances
efficaces. Des infrastructures modernes
pour optimiser votre temps libre :
prendre un café, lire, votre téléphone
ou se connecter avec son ordinateur...

MOINS DE STRESS

Pas de conduite sur la route, pas d'embouteillage.
Pas de contrôle radar. Assurance d'arriver à
l'heure serein et détendu.

Du 15 juin au 15 décembre 2006

OFFREZ-VOUS DES PRIVILÈGES...

PARKING GARE PERSONNALISÉ

Facilité de stationnement avec une réduction de 50 %
sur le stationnement au parking Q-Park de la gare de
Valence-Ville. Rendez-vous au parking Q-Park de la gare de
Valence-Ville, prenez votre ticket aux bornes d'entrée et allez
vous garer au niveau -1 sur les places réservées pour cette
opération. Situés face à l'accueil client pour une
meilleure surveillance, ces emplacements sont signalés par
des affiches.

À l'aller - Avant de rejoindre votre véhicule, rendez-vous
à l'accueil du parking pour régler votre stationnement. Sur
présentation de votre billet de TGV et d'un justificatif de votre
voilà, le parking Q-Park vous offrira 50 % de réduction sur
le montant de votre stationnement.

OFFRES PRIVILÉGES SNCF

Carte Grand Voyageur offerte, sur inscription dans
votre agence de voyages*. Sur présentation de votre
Carte Grand Voyageur, bonus de 200 \$ Miles pour un
aller simple ou 400 \$ Miles pour un aller/retour sur vos
trajets TGV Valence-Ville - Lyon-Saint-Exupéry.

*Offre valable dans la limite de 2 000 cartes offertes et
dans les agences de voyages de Valence et d'Avignon.

ACCÈS SALON V.I.P. AÉROPORT

Accès gratuit au Salon Mont Blanc, pour un moment
de détente, au calme, sur présentation du coupon
rempli par votre agence de voyages (horaires
d'ouverture : 0h - 20h30 ; situé au terminal 1, niveau 1).

BOISSONS CHAUDES OFFERTES

Un café ou un thé offert dans l'un des bars du groupe
Élance sur présentation du coupon rempli par votre
agence de voyages.

RESTAURATION PERSONNALISÉE

Tant privilège à 29,90 € (repas+boisson+café) selon
composition du menu banquet (1 entrée+1 plat
ou 1 plat+1 dessert) au restaurant gastronomique Les
Canuts, endroit convivial et feutre (niveau 2, ouvert de
12h à 15h et de 18h30 à 22h00 - fermé le week-end
et jours fériés). Valable sur présentation de votre billet
de TGV et un justificatif de transport aérien.

*Remarque: s'ajoute de votre agent de voyages.

VALENCE
vers l'international
via Lyon-Saint-Exupéry
TGV + AVION

LE BON PLAN POUR GAGNER DU TEMPS.

09H45

Je gare ma voiture au parking Q-Park de la gare
de Valence-Ville.

09H50

Je récupère mon billet TGV à destination
de Lyon-Saint-Exupéry.

09H55

Je m'installe dans le train et m'installe à ma place.

10H29

Arrivée à Lyon-Saint-Exupéry. 10 minutes suffisent pour
rejoindre mon terminal.

10H39

Je m'enregistre au compteur de ma compagnie et j'ai du
temps pour moi devant un petit café pour lire, téléphoner
ou me connecter grâce au Wi-Fi.

11H20

Avant de décoller, je regarde ma montre.

11H40

Non, je n'ai pas rêvé...

EN PARTENARIAT AVEC

Q-PARK

Elance
Eclair

GRAND VOYAGEUR



Prenez de l'avance sur votre temps

IL Y AURA TOUJOURS UN TGV POUR VOUS FAIRE PRENDRE L'AIR !

DES EXEMPLES (NON EXHAUSTIFS) DE CORRESPONDANCES TGV + VOLS RÉGULIERS DIRECTS

HORAIRES VALABLES DU LUNDI AU VENDREDI ET SOUS RÉSERVE DE MODIFICATIONS - PROGRAMME ETE 2006

SENS VALENCE-VILLE > AÉROPORT LYON-SAINT-EXUPÉRY

Départ Valence Ville	Lyon Saint-Exupéry	HLE*	Destination	N° Vol	Départ Vol
06:13	06:47	08:00	BARCELONE	Air France	08:30
		08:00	DUSSELDORF	Air France	08:30
		08:00	FRANCFORT	Air France	08:30
		08:00	MUNICH	Air France	08:30
		08:05	ROME	Air France	08:35
		08:05	ZÜRICH	Air France	08:35
		08:10	MADRID	Air France	08:40
		08:30	BOLOGNE	Air France	09:00
		08:30	DUSSELDORF	Lufthansa	09:00
		09:00	GOTEBORG	City Airlines	09:30
09:56	10:29	11:10	BIRMINGHAM	British Airways	11:40
		11:30	AMSTERDAM	Air France / KLM	12:00
		11:35	MADRID	Iberia	12:05
13:36	14:09	14:45	LONDRES Heath	British Airways	15:15
		15:05	DUSSELDORF	Air France	15:35
		15:10	PRAGUE	Air France	15:40
		15:10	ROME	Air France	15:40
		15:10	STUTTGART	Air France	15:40
		15:15	VENISE	Air France	15:45

*HLE: Heure Limité d'Embarquement

SENS AÉROPORT LYON-SAINT-EXUPÉRY > VALENCE-VILLE

Provenance	N° Vol	Heure d'arrivée	Départ TGV	Arrivée Valence Ville
BARCELONE	Air France	07:50	08:41	09:18
BOLOGNE	Air France	07:50		
FRANCFORT	Air France	07:50		
STUTTGART	Air France	07:50		
VENISE	Air France	07:50		
BIRMINGHAM	British Airways	11:05	12:35	13:06
AMSTERDAM	Air France / KLM	11:10		
LONDRES Heath	British Airways	11:10		
MADRID	Iberia	11:10		
BOLOGNE	Air France	19:10	20:25	21:02
DUSSELDORF	Air France	19:10		
MUNICH	Air France	19:15		
PRAGUE	Air France	19:15		
ZÜRICH	Air France	19:15		
ROME	Air France	19:20		
VENISE	Air France	19:25		
MADRID	Air France	19:25		
GOTEBORG	City Airlines	19:45		
DUSSELDORF	Lufthansa	20:25	21:36	22:15
MUNICH	Air France	20:45		

PRIVILÈGE TGV + AVION
1 accès gratuit au salon Mont Blanc

Nom _____ Prénom _____

N° de Vol _____

Destination _____

Ville de départ _____

N° de TGV _____ Date / / 06

CACHET AGENCE

Valable pour 1 entrée gratuite pour 1 personne au Salon Mont Blanc, pour la
période du 15 juin au 15 décembre 2006 sur présentation de votre billet de train +
un coupon "Horaires d'ouverture" (0h - 20h30, situé au terminal 1, niveau 1)

PRIVILÈGE TGV + AVION
1 thé ou un café offert

Nom _____ Prénom _____

N° de Vol _____

Destination _____

Ville de départ _____

N° de TGV _____ Date / / 06

CACHET AGENCE

1 café ou 1 thé offert dans l'un des bars du groupe Elance sur présentation de votre
billet de train + un coupon "Destinations Café" (terminal 2) - Le Café, Le Salon ou zone
intérieure - Elance, 12 en zone réservée - Charles Péguy, 12 en zone réservée - Breguet
KX Le Centre - Perron de Paris, 11 - Le Malin, 11 - Elance, 11 zone réservée

Pas de conduite sur la route, pas d'embouteillage.
Pas de contrôle radar. L'assurance d'arriver à l'heure semis et débard.

1 café ou 1 thé offert dans l'un des bars du groupe Eliance sur présentation de votre billet de train + ce coupon. Destination Café, T2 arrivée 27 - Le Lag, La Jette en 2012, 28 - L'Esprit, T2 en zone réservée - Chantel Paul, T2 en zone réservée - Dreyer

Liste des tableaux

Tableau 1 : Aires urbaines et espaces métropolitains _____	55
Tableau 2 : Trois échelons dans les projets métropolitains _____	59
Tableau 3 : Estimation du trafic aérien reporté sur le TGV en 2000, source SNCF. _____	85
Tableau 4 : Liaison Marseille-Paris, la suprématie du TGV, extrait de Huit liaisons Paris-province à la loupe, publié en 2005 et complété par l'auteur. _____	85
Tableau 5 : Les lignes futures _____	93
Tableau 6 : Evolution des principaux temps de parcours au départ de Bruxelles _____	99
Tableau 7 : Relations aériennes remplacées et partenariats Air-Fer associés _____	108
Tableau 8 : Représentation des distances-km et des distance-temps au départ de Paris _____	109
Tableau 9 : Les pôles d'interconnexion air-fer dans les aéroports européens _____	230
Tableau 10 : Évolution du nombre de trinômes d'interconnexion en Europe occidentale _	285
Tableau 11 : Indicateurs relatifs au déplacement et aux opportunités offertes à destination _____	294
Tableau 12 : Tableau des temporalités _____	318
Tableau 13 : Trafics passagers des aéroports de l'Espace Métropolitain Loire-Bretagne _	374
Tableau 14 : Trafics passagers des aéroports voisins de l'Espace Métropolitain Loire-Bretagne _____	374
Tableau 15 : Liste des pays présents dans le guide Thomas Cook _____	384
Tableau 16 : Heures d'arrivée à Londres et Lyon extrait de la mesure des premiers départs de Lille _____	418
Tableau 17 : Vol direct au départ de l'aéroport de Dijon _____	453

Liste des figures

Figure 1 : Modalités de croissance des réseaux _____	69
Figure 2 : l'Aérottrain, le I80-HV, accueillant 80 passagers. _____	76
Figure 3 : Les correspondances multimodales dans les aéroports parisiens de Roissy CDG et d'Orly, trafic de 1999 _____	108
Figure 4 : Représentation des réseaux organisés en lignes directes ou en Hub _____	115
Figure 5 : Niveaux des processus de métropolisation extrait des Tissus de villes _____	124
Figure 6 : Représentation schématique de la multimodalité _____	144
Figure 7 : Représentation schématique de l'intermodalité _____	144
Figure 8 : Représentation schématique du trinôme d'interconnexion. _____	155
Figure 9 : Schéma de synthèse _____	161
Figure 10 : Les trois composantes de l'intermodalité _____	167
Figure 11 : Représentation du trinôme d'interconnexion de Jean Varlet. _____	171
Figure 12 : Représentation du système intermodal ou trinôme enrichi, l'exemple de la relation Paris-Aéroport Roissy CDG. _____	172
Figure 13 : Schéma théorique du système intermodal aéro-ferroviaire territorialisé _____	173
Figure 14 : Essai de représentation du système intermodal des grandes vitesses de Roissy CDG _____	175

Figure 15 : Partage modal entre le ferroviaire à grande vitesse et l'aérien	183
Figure 16 : Gare ICE de l'aéroport de Francfort, 2003.	205
Figure 17 : « Lufthansa – AIRail Services », les comptoirs d'enregistrement aérien dans la gare ICE de l'aéroport de Francfort	206
Figure 18 : L'intermodalité illustrée à l'aéroport de Francfort.	207
Figure 19 : Circuit de distribution des bagages, aéroport de Genève, 2003.	223
Figure 20 : Plan des TCSP autour de l'aéroport de Berlin-Schoenefeld	226
Figure 21 : Strasbourg, une barrière entre train et avion	228
Figure 22 : Illustration de la complémentarité rail-mer dans le port de Marseille	241
Figure 23 : Publicité reflétant la facilité des connexions entre le rail, l'avion et la mer	241
Figure 24 : Illustration du « polycentrisme maillé »	249
Figure 25 : Schématisation d'une chaîne de transport monomodale	290
Figure 26 : Schématisation d'une chaîne de transport intermodale	291
Figure 27 : Schématisation d'une chaîne de transport intermodale (multimodale)	299
Figure 28 : Décomposition d'une chaîne multimodale : exemple de la relation Lille-Montpellier	303
Figure 29 : Possibilités de post-acheminement à Montpellier, quelques exemples	305
Figure 30 : Décomposition du trajet d'interconnexion entre les modes	306
Figure 31 : Structure de base du modèle	313
Figure 32 : Structure du modèle	314
Figure 33 : Structure finale de la modélisation de la chaîne multimodale	315
Figure 34 : Structure du fichier des nœuds	317
Figure 35 : Structure du fichier des arcs	317
Figure 36 : Spatialité et temporalité des chaînes de déplacement	320
Figure 37 : Choix des réseaux empruntés dans MapNod	322
Figure 38 : Réglage des options, choix de l'algorithme et de la valuation	322
Figure 39 : Fonctionnement de l'algorithme de FLOYD	323
Figure 40 : Lancement du calcul des chemins minimaux	324
Figure 41 : Obtention des fichiers nœuds valeurs	325
Figure 42 : Traitements statistiques des résultats	325
Figure 43 : Chaînes de transport analysées par Philippe Menerault et Vaclav Stransky	330
Figure 44 : L'offre intermodale considérée, exemple avec le cas lillois	331
Figure 45 : Chaîne de déplacement de type aller-retour	334
Figure 46 : Le choix de l'Europe comme terrain d'analyse	340
Figure 47 : Liaisons analysées	348
Figure 48 : Orlyval	352
Figure 49 : Vue du projet de liaison entre terminaux à Roissy CDG	354
Figure 50 : Correspondances multimodales dans les aéroports parisiens, trafic 1999	356
Figure 51 : Liaison SATOBUS ville-aéroport	362
Figure 52 : Les liaisons régionales du réseau SATOBUS	364
Figure 53 : Projet d'extension de l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry	365
Figure 54 : Exemple d'une extraction Aller-retour sur la liaison Paris-Londres sur le site du voyageur « Opodo »	386
Figure 55 : Exemple d'une sélection d'un vol sur la liaison Paris-Londres sur le site du voyageur « Opodo » : recherche des informations complémentaires	387
Figure 56 : Multimodalité du site Amadeus	389
Figure 57 : A propos d'Automate...	391
Figure 58 : Illustration de la macro Excel qui crée les correspondances entre les gares qui figurent dans la fiche horaire et les nœuds déjà identifiés	396
Figure 59 : Extrait de la table Horaires de la base Amadeus (MySQL) exporté dans Excel	399
Figure 60 : Principes généraux de l'algorithme de Floyd	538
Figure 61 : Optimisation de l'exploration du p-graphe	539
Figure 62 : Corps principal de la version horaire de l'algorithme de Floyd modifié	539
Figure 63 : La recherche Ville/Aéroport sur le site Amadeus, illustration mise en page par l'auteur.	553

Figure 64 : Exemple d'une liaison TGV en partage de code avec Air France	554
Figure 65 : Présentation du site Amadeus : feuille de réglage	555
Figure 66 : Présentation du site Amadeus : Feuille de résultats	556
Figure 67 : Supports nécessaires à la construction de la procédure d'automatisation de recherche et de traitement horaire	560
Figure 68 : Ouverture Automate	560
Figure 69 : Nommer la nouvelle tâche	560
Figure 70 : Déclencheur de tâches	561
Figure 71 : Finalisation de la création de la tâche « Excel_Amadeus_Automate »	561
Figure 72 : Présentation du constructeur de tâche	562
Figure 73 : Suivi de l'exécution de la procédure dans la fenêtre de débogage	562
Figure 74 : les actions disponibles dans Automate 5	563
Figure 75 : Introduction d'une tâche dans la procédure d'automatisation	564
Figure 76 : Affichage des deux langages disponibles sur Automate 5	564
Figure 77 : Procédure d'automatisation de la recherche et du traitement horaire	566
Figure 78 : Procédure schématisée de recueil et de traitement des données horaires	568
Figure 79 : Exemple de l'information à extraire dans la feuille CopierColler du fichier VillesHoraires.xls	570
Figure 80 : Exemple de fiche horaire, extraite du Guide Thomas Cook, complétée par l'auteur	582
Figure 81 : Omnipage 14	584
Figure 82 : Détail du menu de reconnaissance de caractères dans Omnipage 14	584
Figure 83 : Première étape : la sélection des zones à lire	585
Figure 84 : Lecture du document numérisé par l'OCR	585
Figure 85 : Procédure de reconnaissance de caractères finalisée	586
Figure 86 : Architecture de la base Amadeus, relations entre les principales variables de la base	589

Liste des cartes

Carte 1 : « Polycentrisme Maillé » et Coopération Métropolitaine	58
Carte 2 : Espaces et projets métropolitains	61
Carte 3 : LGV Est Européenne dans son intégralité et ses prolongements (source RFF).	87
Carte 4 : Les principaux grands projets ferroviaires	90
Carte 5 : TGV Rhin-Rhône une étoile à trois branches	91
Carte 6 : TGV Perpignan-Barcelone	92
Carte 7 : Le réseau ferroviaire à grande vitesse européen à l'horizon 2020	96
Carte 8 : Raccordement de la ligne du TGV Nord aux pays limitrophes	98
Carte 9 : Illustration des liaisons ferroviaire au départ de Genève Aéroport d'après le plan de transport entre Lausanne et Genève pour 2005.	209
Carte 10 : Illustration des liaisons ferroviaire au départ de l'aéroport de Bruxelles Zaventem d'après le plan de transport public (site aéroport).	213
Carte 11 : L'échelle de desserte ferroviaire des aéroports majeurs européens.	233
Carte 12 : Le Trafic de passagers des aéroports en 2001	269
Carte 13 : L'Accessibilité des agglomérations	269
Carte 14 : Inscription des agglomérations françaises dans un polycentrisme des aires métropolitaines	271
Carte 15 : Polycentrisme Maillé et Coopération Métropolitaine	347
Carte 16 : Coopération Métropolitaine et Réseaux de Transports	348

Carte 17 : Le réseau de la ville de Paris	352
Carte 18 : Aire Métropolitaine Lilloise	357
Carte 19 : Offre aérienne de Lille-Lesquin, en 2002	359
Carte 20 : Région Métropolitaine de Lyon	361
Carte 21 : Les projets pour la desserte de l'Est de Lyon	364
Carte 22 : Projet métropolitain du Sillon Lorrain	367
Carte 23 : La Lorraine au cœur d'un véritable maillage ferroviaire	371
Carte 24 : Présentation de l'Espace Métropolitain Loire Bretagne	372
Carte 25 : Le Réseau Métropolitain Rhin-Rhône	377
Carte 26: Offre aérienne au départ de Lille Lesquin, en mars 2003	410
Carte 27 : Offre aérienne au départ de Lyon Saint-Exupéry	411
Carte 28 : Offre aérienne directe au départ de l'aéroport de Roissy CDG	412
Carte 29 : L'apport de l'offre aérienne de Roissy CDG au départ de Lille en TGV	413
Carte 30 : Synthèse cartographique de l'analyse des relations	415
Carte 31 : Accessibilité multimodale lilloise des premiers départs*	418
Carte 32 : Accessibilité multimodale lilloise des premiers départs, avec limite de l'heure d'arrivée à 14h00*	420
Carte 33 : Accessibilité multimodale Lyonnaise des premiers départs, avec limite de l'heure d'arrivée à 14h00*	421
Carte 34 : Accessibilité multimodale lilloise pour un départ de Lille à 7h00	423
Carte 35 : Accessibilité multimodale lilloise pour un départ de Lille à 7h00 et une arrivée avant 14h00	424
Carte 36 : Accessibilité multimodale lyonnaise pour un départ de Lyon à 7h00 et une arrivée avant 14h00	425
Carte 37 : Accessibilité multimodale lilloise les dernières arrivées de la journée	427
Carte 38 : Accessibilité multimodale lilloise les dernières arrivées de la journée avec une limite de l'heure de départ à 18h00	428
Carte 39 : Les Allers – Retours dans la journée au départ Lille	430
Carte 40 : Performance comparée au départ de Lille de l'offre TGV+Avion et de l'offre aérienne seule	432
Carte 41 : Amélioration de l'accessibilité air-fer par le renforcement de la desserte TGV au départ de Lille	433
Carte 42 : Offre aérienne au départ de Nantes Atlantique en Mars 2003	438
Carte 43 : Offre Aérienne au départ de Rennes Saint-Jacques en Mars 2003	439
Carte 44 : Accessibilité de Nantes, les 1ers départs*	441
Carte 45 : Accessibilité de Nantes, les 1ers départs, avec une limite de l'heure d'arrivée à 14h00*	443
Carte 46 : Accessibilité de Rennes, les 1ers départs*	444
Carte 47 : Accessibilité de Rennes, les 1ers départs, avec une limite de l'heure d'arrivée à 14h00*	445
Carte 48 : Accessibilité multimodale nantaise, pour un départ de Nantes à 7h00	447
Carte 49 : Accessibilité multimodale nantaise, pour un départ de Nantes à 7h00 et une arrivée avant 14h00	448
Carte 50 : Accessibilité multimodale rennaise, pour un départ de Rennes à 7h00	449
Carte 51 : Accessibilité multimodale rennaise, pour un départ de Rennes à 7h00 et une arrivée avant 14h00	451
Carte 52 : Accessibilité de Dijon, les 1ers départs*	454
Carte 53 : Accessibilité de Dijon, les 1ers départs, avec une limite de l'heure d'arrivée à 14h00*	456
Carte 54 : Accessibilité multimodale dijonnaise, pour un départ de Dijon à 7h00	457
Carte 55 : Accessibilité multimodale dijonnaise, pour un départ de Dijon à 7h00 et une arrivée avant 14h00	458
Carte 56 : Apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse et performance comparée des chaînes au départ de Metz-Nancy	461
Carte 57 : Accessibilité d'Arras, les 1ers départs*	468

Carte 58 : Accessibilité de Valence, les 1ers départs*	470
Carte 59 : Accessibilité de Valence, les 1ers départs et une arrivée avant 14h00*	471
Carte 60 : Accessibilité de Grenoble, les 1ers départs*	472
Carte 61 : Accessibilité de Grenoble, les 1ers départs et une arrivée avant 14h00*. (*Heure de départ du 1er TGV 5h00, Heure de départ du 1er Avion 6h30)	473
Carte 62 : Accessibilité du Mans, les 1ers départs*	479
Carte 63 : Accessibilité de Tours, les 1ers départs*	482
Carte 64 : Accessibilité de Tours, les 1ers départs et une arrivée avant 14h00*	484
Carte 65 : Accessibilité multimodale de Tours pour un départ de Dijon à 7h00	486
Carte 66 : Accessibilité multimodale de Tours pour un départ de Dijon à 7h00 et une arrivée avant 14h00	487

Liste des macros

Macro 1 : Procédure d'automatisation du comptage des relations	542
Macro 2 : Récupérer le code correspondant au nom de la ville de départ (Extrait de la macro)	571
Annexe 10 : Traitement dans excel, Macro 3	572

Liste des Annexes

Annexe 1 : Évolutions des lignes à grande vitesse en Europe	531
Annexe 2 : Tableau récapitulatif des définitions de l'intermodalité	535
Annexe 3 L'Algorithme de Floyd	538
Annexe 4 : Dénomination des binômes fonctionnels (modes de transport)	540
Annexe 5 : Procédure d'automatisation de l'analyse des relations	541
Annexe 6 : Liste des villes	548
Annexe 7 : Le site d'Amadeus, présentation de l'interface	552
Annexe 8 : Présentation d'« Automate 5 »	558
Annexe 9 : Procédure d'automatisation du recueil des données avec « Automate 5 »	559
Annexe 10 : Traitement dans Excel, Macro 3	572
Annexe 11 : Extraction des horaires du Guide Thomas Cook	581
Annexe 12 : Les variables de la base horaire	587
Annexe 13 : Les variables des tables de la base Amadeus	588
Annexe 14 : L'outil My SQL	599
Annexe 15: Valence et Avignon vers l'international via Lyon Saint-Exupéry, TGV + Avion	603